



TUGAS AKHIR - RG 141536

**EVALUASI PERUBAHAN GARIS PANTAI
MENGUNAKAN CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL
(Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali)**

MUTIA KAMALIA MUKHTAR
NRP 0331 1440000 084

Dosen Pembimbing
Dr- Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
Cherie Bhekti Pribadi, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RG 141536

EVALUASI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGUNAKAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali)

MUTIA KAMALIA MUKHTAR
NRP 0331 1440000 084

Dosen Pembimbing

Dr- Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
Cherie Bhekti Pribadi, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

EVALUATION OF THE CHANGES OF COASTLINE USING MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGERY (Case Study: The Coast Of Gianyar, Bali)

MUTIA KAMALIA MUKHTAR
NRP 0331 1440000 084

Supervisors

Dr- Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
Cherie Bhekti Pribadi, S.T., M.T.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi SepuLuh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

EVALUASI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali)

Nama Mahasiswa : Mutia Kamalia Mukhtar
NRP : 03311440000084
Jurusan : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
Cherie Bhekti Pribadi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Pantai merupakan suatu kawasan peralihan atau pertemuan antara darat dan laut. Pada Kabupaten Gianyar, Bali membentang laut sepanjang selatan Pulau Bali yang merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan wilayah pesisir. Tentunya hal tersebut tidak lepas dari adanya dinamika perubahan pada fisik pantai yang disebabkan seperti pengikisan daratan oleh air laut (abrasi) maupun adanya angkutan sedimen dari darat (akresi) yang pada umumnya menjadi sorotan terhadap perubahan garis pantai. Untuk itu diperlukan penelitian guna mengetahui besarnya perubahan yang terjadi sepanjang garis pantai tahun 2002 sampai 2017 sehingga menghasilkan peta perubahan garis pantai.

Metode yang digunakan adalah menggunakan *band ratio* pada kanal SWIR dan hijau pada citra Landsat 7 dan Landsat 8 ditambah dengan melakukan klasifikasi, dapat dilakukan untuk mengidentifikasi garis pantai beserta menganalisis besarnya perubahan yang terjadi. Hasil analisis tumpang susun identifikasi garis pantai di Kabupaten Gianyar menunjukkan luas pesisir pada tahun 2002 sebesar 42,441 km² dan pada tahun 2017 sebesar 42,285 km² dimana terjadi abrasi sebesar 0,195 km² yang diakibatkan oleh faktor alam yaitu pesisir Kabupaten Gianyar berada di zona laut lepas.

Kata Kunci-- Garis Pantai, Abrasi, Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis, Landsat, Kabupaten Gianyar, Bali

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**EVALUATION OF THE CHANGES OF COASTLINE USING
MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGERY
(Case Study: The Coast of Gianyar, Bali)**

Name	: Mutia Kamalia Mukhtar
NRP	: 03311440000084
Departement	: Geomatics Engineering
Supervisors	: Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc. Cherie Bhukti Pribadi, S.T., M.T.

ABSTRACT

The coast is a region of transition or encounter between land and sea. At Gianyar, Bali the sea along the South of the island of Bali is directly adjacent to the coastal area. Surely it is not separated from the presence of a physical change in the dynamics of the beach caused such annihilation of mainland by sea water (abrasion) as well as the presence of sediment transport from overland (accretion) which generally became the spotlight to changes the coastline. It is necessary to research in order to find out the large of the changes that occur along the coastline of the year 2002 until 2017 to produce a map of the coastline changes.

The method that used is use the band ratio on SWIR band and the green band on Landsat 7 and 8 and classifying land cover to identify the coastline along with analyzing the large of the changes that happened. An analysis of the results of the identification of overlay the coastline in Gianyar show the large of coastal in 2002 is 42.441 km², and in 2017 is 42.285 km² which occurred 0.195 km² of abrasion caused by natural factors, such as Gianyar are in the high sea zone.

Keywords-- *Coastline, Abrasion, Remote Sensing, Geographic Information Systems, Landsat, Gianyar Regency, Bali*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGUNAKAN CITRA SATELIT MULTITEMPORAL (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Departemen S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUTIA KAMALIA MUKHTAR

NRP. 0331 1440000 084

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir.

Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.

NIP. 19590819 198502 1 001

Cherie Bhukti Pribadi, S.T., M.T.

NIP. 19910111 201504 2 001



SURABAYA, 13 JULI 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Pantai Kabupaten Gianyar, Bali)” dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir penulis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Mukhtar Hafid dan Ibu Sumarmiyati, kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan restu kelancaran pada penelitian ini.
2. Bapak M. Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc, selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Ibu Cherie Bhekti Pribadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Bapak Husnul Hidayat, S.T., M.T., selaku dosen wali penulis, Terima kasih atas dukungan dan bimbingan Bapak selama ini.
6. Rizki Ramdhani, Zahratu Firdaus, Sep Hamdan, Ayu Kurnia, Risma Indriya, Maura Sahara, Rino Harmasdiyono, Fendra Dwi, Ayuk Purwitasari, Raka Anindito serta teman-teman angkatan 2014 selaku teman seangkatan penulis yang telah memberi dukungan dan doa.
7. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis.

Karena tanpa bantuan dari pihak-pihak tersebut, penulis tidak dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis merasa masih banyak kekurangan baik pada teknis penulisan maupun sumber materi yang didapat. Maka dari itu penulis memohon maaf jika masih ada kesalahan yang terdapat pada laporan ini, selain itu penulis mengharapkan adanya saran atau kritik demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir yang telah dibuat.

Surabaya, 30 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penginderaan Jauh.....	5
2.1.1 Prinsip Dasar.....	5
2.1.2 Komponen Penginderaan Jauh.....	6
2.1.3 Jenis Penginderaan Jauh.....	6
2.2 Citra Satelit Landsat.....	7
2.2.1 Landsat 7.....	8
2.2.2 Landsat 8.....	10
2.3 Wilayah Pesisir.....	13
2.4 Garis Pantai.....	14
2.4.1 Perubahan Garis Pantai.....	14
2.4.2 Pasang Surut Air Laut.....	17
2.5 Pengolahan Data Citra.....	22
2.5.1 Koreksi Geometrik.....	22
2.5.2 Koreksi Radiometrik.....	23
2.5.3 Koreksi Atmosfer.....	24
2.6 Klasifikasi Citra.....	25
2.6.1 Uji Akurasi Klasifikasi Citra.....	26

2.7	<i>Band Ratio</i>	28
2.8	Analisa Spasial.....	28
2.9	Penelitian Terdahulu	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Lokasi Penelitian.....	33
3.2	Data dan Peralatan	34
3.2.1	Data	34
3.2.2	Peralatan	35
3.3	Metodologi Pekerjaan	36
3.3.1	Tahapan Penelitian.....	36
3.3.2	Tahapan Pengolahan Data.....	38
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....		43
4.1	Data.....	43
4.1.1	Citra Satelit Landsat 7 dan Landsat 8.....	43
4.1.2	Data Lapangan	43
4.2	Pemotongan Citra (<i>Cropping</i>).....	43
4.3	Pemisahan Daratan dan Lautan (<i>Band Ratio</i>).....	46
4.4	Konversi Raster ke Vektor	48
4.5	Perubahan Garis Pantai	51
4.6	Klasifikasi Tutupan Lahan	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN.....		69
BIODATA PENULIS		99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Komponen Penginderaan Jauh	6
Gambar 3. 1. Peta Administrasi Kabupaten Gianyar	33
Gambar 3. 2. Tahapan Penelitian.....	36
Gambar 3. 3. Tahapan Pengolahan Data.....	38
Gambar 4. 1. Citra Landsat 7 Wilayah Bali.....	44
Gambar 4. 2. Citra Landsat 8 Wilayah Bali.....	44
Gambar 4. 3. Citra Landsat 7 Wilayah Kab. Gianyar	45
Gambar 4. 4. Citra Landsat 8 Wilayah Kab. Gianyar	45
Gambar 4. 5. Hasil <i>Band Ratio</i> Citra Landsat 7	47
Gambar 4. 6. Hasil Band Ratio Citra Landsat 8	47
Gambar 4. 7. Vektor Poligon Landsat 7 Tahun 2002	48
Gambar 4. 8. Vektor Poligon Landsat 8 Tahun 2017	49
Gambar 4. 9. Vektor Garis Landsat 7 Tahun 2002	50
Gambar 4. 10. Vektor Garis Landsat 8 Tahun 2017	50
Gambar 4. 11. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2017 ..	53
Gambar 4. 12. Hasil Klasifikasi Landsat 7 Tahun 2002	55
Gambar 4. 13. Hasil Klasifikasi Landsat 8 Tahun 2017	55
Gambar 4. 14. Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002-2017	58

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Karakteristik Landsat 7	9
Tabel 2. 2. Parameter Orbit Satelit Landsat 8	11
Tabel 2. 3. Spesifikasi Kanal Citra Landsat 8	12
Tabel 2. 4. Konstanta Harmonik Pasang Surut	18
Tabel 2. 5. Penjelasan Kontanta Harmonik Pasut	18
Tabel 4. 1. Tanggal Akuisisi Citra	43
Tabel 4. 2. Luas Abrasi Pesisir Kabupaten Gianyar	51
Tabel 4. 3. Luas Akresi Pesisir Kabupaten Gianyar	52
Tabel 4. 4. Perhitungan Koreksi Pasang Surut	53
Tabel 4. 5. Luas Tutupan Lahan Tahun 2002	56
Tabel 4. 6. Luas Tutupan Lahan Tahun 2017	57
Tabel 4. 7. Luas Perbedaan Tutupan Lahan Tahun 2002-2017...	57
Tabel 4. 8. Luas Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002-2017 ..	58

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Titik Sampel
- Lampiran 2. Matriks Omisi Komisi Tutupan Lahan
- Lampiran 3. Perhitungan Pasang Surut 22 Mei 2002
- Lampiran 4. Perhitungan Pasang Surut 29 Oktober 2017
- Lampiran 5. Citra Landsat 7 Tanggal Akuisisi 22 Mei 2002
- Lampiran 6. Citra Landsat 8 Tanggal Akuisisi 29 Oktober 2017
- Lampiran 7. Peta Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2002
- Lampiran 8. Peta Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2017
- Lampiran 9. Peta Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002-2017
- Lampiran 10. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2017
- Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Garis pantai merupakan kawasan yang mempunyai beberapa ekosistem tersendiri dimana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu sama lain, antara satu ekosistem dengan ekosistem lainnya saling mempunyai keterkaitan serta berbagai fungsi yang kadang- kadang saling menguntungkan maupun merugikan. Oleh karena itu, kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik begitu pula dengan garis pantainya.

Perubahan terhadap garis pantai adalah satu proses tanpa henti (terus menerus) melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (longshore current), tindakan ombak dan penggunaan tanah (Vreugdenhil 1999). Perubahan pada garis pantai yang diakibatkan oleh faktor-faktor tersebut di atas dapat menunjukkan kecenderungan perubahan garis pantai tersebut terkikis (mengarah ke daratan) atau bertambah (menjorok ke laut). Informasi perubahan garis pantai sangat penting dalam berbagai kajian pesisir, misalnya; rencana pengelolaan kawasan pesisir, pewilayahan bahaya, studi abrasi-akresi, serta analisis dan pemodelan morfodinamik pantai (Chand, dkk 2010).

Pesisir daratan pantai selatan pada sepanjang pantai di Kabupaten Gianyar, Bali cukup memiliki perubahan yang signifikan akibat dari adanya dampak dua hal tersebut. Dari 14.284 km luas pantai di Kabupaten Gianyar, yang mengalami abrasi seluas 10.480 km (Dinas PU Gianyar 2017). Akibat dari pengikisan pantai tersebut adalah runtuhnya pura-pura ditepi pantai dan warung-warung yang menjadi tempat peristirahatan saat rekreasi ke pantai-pantai di Kabupaten Gianyar, Bali.

Klasifikasi wilayah pesisir dan pantai di Indonesia dapat lebih mudah dikenali dengan menggunakan metode penginderaan jauh dengan proses secara temporal dan spasial. Teknologi penginderaan jauh sangat mendukung dalam identifikasi dan penilaian sumber daya di wilayah pesisir dan perubahan garis pantai, karena memiliki keunggulan yaitu dapat meliputi daerah yang luas dengan resolusi spasial yang tinggi, serta memberikan banyak pilihan jenis satelit penginderaan jauh yang mempunyai keakuratan yang cukup baik dalam mengidentifikasi obyek-obyek di permukaan bumi (Anugrahaadi 2012).

Satelit Landsat memiliki kemampuan untuk mendeteksi perubahan garis pantai dengan menggunakan metode *band ratio*, oleh karena itu penelitian ini menggunakan satelit Landsat untuk mengetahui perubahan garis pantai tahun 2002 dan 2017 di Kabupaten Gianyar, Bali.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah perumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini:

- a. Bagaimana perubahan garis pantai di Kabupaten Gianyar, Bali pada tahun 2002 sampai 2017?
- b. Bagaimana perubahan tutupan lahan di pesisir Kabupaten Gianyar, Bali pada tahun 2002 sampai 2017?

1.3 Batasan Masalah

Berikut ini adalah batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini:

- a. Menggunakan citra satelit Landsat 7 L1TP untuk tahun 2002.
- b. Menggunakan citra satelit Landsat 8 L1TP untuk tahun 2017.
- c. Menggunakan data Ground Truth lapangan untuk klasifikasi tutupan lahan.

- d. Meneliti perubahan garis pantai akibat abrasi di Kabupaten Gianyar, Bali.
- e. Wilayah yang diteliti adalah garis pantai Kabupaten Gianyar, Bali.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Untuk menghitung perubahan garis pantai di Kabupaten Gianyar, Bali pada tahun 2002 sampai 2017 sebagai dasar perhitungan abrasi.
- b. Untuk menghitung perubahan tutupan lahan di pesisir Kabupaten Gianyar, Bali tahun 2002 sampai 2017.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai tingkat abrasi yang telah terjadi dan perubahan garis pantai yang diakibatkan.
- b. Dapat menghasilkan produk berupa peta perubahan garis pantai akibat abrasi di Kabupaten Gianyar, Bali tahun 2002 sampai 2017 yang dapat digunakan oleh pemerintah dalam menentukan kebijakan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian tentang perubahan garis pantai akibat abrasi, digunakan metode penginderaan jauh yang mana menggunakan data dari citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 dengan metode *band ratio*. Dibawah ini akan dibahas mengenai hal-hal tersebut.

2.1 Penginderaan Jauh

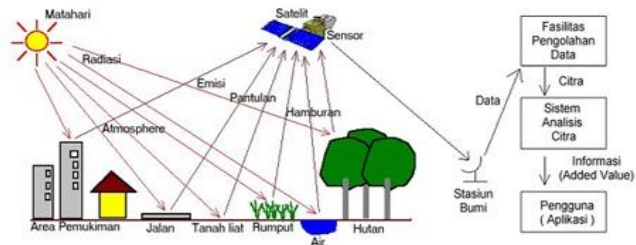
2.1.1 Prinsip Dasar

Penginderaan jauh adalah suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji (Lillesand, dkk. 1979).

Sistem penginderaan jauh dilengkapi dengan sensor dan kamera yang merekam objek di alam. Rekaman data oleh sensor dari obyek di bumi berupa data numeris (digit) yang dinyatakan sebagai besarnya nilai pantul gelombang elektromagnetik (intensitas spektral), yang dipantulkan oleh obyek dalam suatu ukuran tertentu (resolusi spasial). Nilai pantul tersebut besarnya secara visual dinyatakan dalam derajat keabuan (*grey scale*), pada rekaman satelit berupa angka numeris (digit) antara 0 – 255. Nilai 0 setara dengan derajat keabuan paling rendah (hitam) dan 255 derajat keabuan paling tinggi (putih). Selain dari nilai intensitas spektral, pengenalan suatu obyek juga ditentukan dari besarnya resolusi spasial (Sukojo 2012).

2.1.2 Komponen Penginderaan Jauh

Sistem penginderaan jauh terdiri atas berbagai komponen yang terintegrasi dalam satu kesatuan. Komponen – komponen tersebut meliputi sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor dengan wahana, pengolahan data, interpretasi atau analisis dan pengguna (*user*) (Mulyadi, dkk. 2007).



Gambar 2. 1. Komponen Penginderaan Jauh (Mulyadi, dkk 2007)

Sinar matahari yang dipancarkan akan memantul ke objek yang terdapat di permukaan bumi, lalu akan ditangkap oleh sensor pada satelit di angkasa. Setelah data pantulan tersebut ditangkap satelit, maka satelit akan mentransmisikan data ke stasiun yang berada di bumi untuk diolah, dianalisa dan di distribusikan kepada pengguna.

2.1.3 Jenis Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh digital (citra digital) direkam dengan menggunakan sensor non-kamera antara lain *scanner*, radiometer, *spectrometer* (Sukojo 2012). Sedangkan sensor berdasarkan atas proses perekamannya dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu, sensor fotografik dan sensor elektromagnetik. Sensor fotografik adalah sensor berupa kamera yang bekerja pada spektrum tampak mata dan menghasilkan foto atau citra, sedangkan sensor

elektromagnetik adalah sensor bertenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik yang beroperasi pada spektrum yang lebih luas, yaitu dari sinar X sampai gelombang radio dan menghasilkan foto atau citra (Sukojo 2012).

Menurut Sukojo (2012), dilihat dari sumber energi satelit Penginderaan Jauh dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu:

a. Satelit Penginderaan Jauh Aktif

Sistem satelit aktif menggunakan sumber energi buatan yaitu dengan menggunakan panjang gelombang elektromagnetik dan sensor yang digunakan adalah berupa kamera sensor elektromagnetik. Contoh satelit yang menggunakan sistem ini adalah Radar (Radio Detection Ranging), SAR (Synthetic Aperture Radar), dan LIDAR contohnya Satelit Radarsat (Kanada), ERS (Eropa), JERS-1 (Jepang), ALOS PALSAR (Jepang), TerraSAR X dan sebagainya.

b. Satelit Penginderaan Jauh Pasif

Sistem satelit aktif menggunakan sumber energi alam (matahari) yaitu dengan menggunakan panjang gelombang elektromagnetik dan sensor yang digunakan adalah sensor fotografik. Contoh satelit yang digunakan sistem ini adalah Landsat (Land Satellite), SPOT, MOS, Ikonos, Quick Bird dan sebagainya.

2.2 Citra Satelit Landsat

Landsat merupakan salah satu satelit sumberdaya yang menghasilkan citra multispektral. Keunggulan satelit ini terletak pada jumlah saluran yang digunakan sebanyak 7 saluran (*band*) serta digunakannya 3 saluran panjang gelombang tampak, 3 saluran panjang gelombang infra merah

dekat dan 1 saluran panjang gelombang infra merah termal (Purwadhi, dkk 2001).

Landsat adalah salah satu wahana penginderaan jauh yang diluncurkan pertama kali pada tahun 1972 (Sutanto 1994).

- a. Landsat 1 diluncurkan 23 Juli 1972, operasi berakhir tahun 1978.
- b. Landsat 2 diluncurkan 22 Januari 1975, operasi berakhir tahun 1981.
- c. Landsat 3 diluncurkan 5 Maret 1978, operasi berakhir tahun 1983.
- d. Landsat 4 diluncurkan 16 Juli 1982, operasi berakhir tahun 1993.
- e. Landsat 5 diluncurkan 1 Maret 1984, masih berfungsi.
- f. Landsat 6 diluncurkan 5 Oktober 1993, gagal mencapai orbit.
- g. Landsat 7 diluncurkan 15 April 1999, masih berfungsi (sekarang sensor bermasalah).
- h. Landsat 8 diluncurkan 11 Februari 2013, masih beroperasi sampai sekarang.

Satelit Landsat memiliki dua buah sensor yaitu Multi Spectral Scanner (MSS) dimuat di Satelit Landsat-4 dan Thematic Mapper (TM) dimuat di Satelit Landsat 5. Sensor TM mempunyai resolusi spasial sampai 30 x 30 m, dan bekerja mengumpulkan data permukaan bumi dan luas cakupan 185 x 185 km, sedangkan resolusi radiometriknya 8 bit, yang berarti setiap piksel mempunyai nilai jangkauan data dari 0-255. Sensor TM merupakan system yang sangat kompleks yang memerlukan toleransi pembuatan yang sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan dibuat penyempurnaan dimasa mendatang untuk memperkecil resolusi spasial sampai dibawah 20 m (Butler 1988).

2.2.1 Landsat 7

Citra satelit Landsat-7 ETM adalah satelit bumi dengan membawa instrumen ETM (*Enhanced*

Thematic Mapper) yang menyajikan delapan saluran multispektral scanning radiometer. Diluncurkan pada bulan April 1999 dengan membawa ETM+scanner, dan berada di ketinggian 705 km dari ekuator dengan area *scan* seluas 170 km x 183 km.

Resolusi radiometrik citra Landsat ETM 8 bit atau 256 nilai digital (0-255). Resolusi spasial citra Landsat ETM adalah 30 meter (saluran 1-5 dan 7), data termal mempunyai resolusi spasial sebesar 60 meter (saluran 6), dan data pankromatik (saluran 8) dengan resolusi spasial 15 meter. Pemanfaatan citra seperti pengelolaan lahan dan air, penelitian global, eksplorasi minyak dan mineral, prediksi produksi pertanian, pantauan polusi, deteksi perubahan permukaan lahan, serta pemetaan.

Tabel 2. 1. Karakteristik Landsat 7 (landsat.usgs.gov)

Karakteristik	Keterangan
Orbit/lintasan orbit	Sinkron matahari
Ketinggian	705 km (438 miles) di atas ekuator
Lama lintasan	99 menit
Sensor/saluran spektral (band/ μm)	ETM+ Band 1 : 0,45 – 0,52 Band 2 : 0,52 – 0,61 Band 3 : 0,63 – 0,69 Band 4 : 0,78 – 0,90 Band 5 : 1,55 – 1,75 Band 6 : 10,4 – 12,5 (Termal) Band 7 : 2,08 – 2,35 Band 8: 0,52 – 0,90 (Pankromatik)
Resolusi spasial	30 m (band 1-5 dan 7: multispektral); 15 m (band 8: pankromatik); dan 60 m (band 6: termal)

Karakteristik	Keterangan
Pengambilan rekaman pada area yang sama	16 hari

Citra Landsat-7 ETM Level-2, data *surface reflectance* dihasilkan dari *Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System* (LEDAPS), sebuah perangkat lunak khusus yang dikembangkan melalui *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) *Making Earth System Data Records for Use in Research Environments* (MEaSUREs) oleh NASA *Goddard Space Flight Center* (GSFC) dan Universitas Maryland (Masek, dkk 2006).

Perangkat lunak ini menerapkan rutinitas koreksi atmosferik *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) pada produk data Level-1. Uap air, ozon, tinggi geopotensial, ketebalan optik aerosol, dan elevasi digital dimasukkan dengan data Landsat ke *Second Simulation of Satellite Signal in the Solar Spectrum* (6S) untuk menghasilkan reflektansi atas atmosfer (*Top of Atmosphere* atau TOA), *surface reflectance*, suhu kecerahan TOA, dan *masks* untuk awan, bayangan awan, awan yang berdekatan, tanah, dan air.

2.2.2 Landsat 8

Citra satelit Landsat 8 diluncurkan oleh NASA pada tanggal 11 Februari 2013. Satelit Landsat 8 memiliki tinggi terbang dan luas area perekaman yang sama seperti Landsat 7, serta melakukan perekaman pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi, dari 15 meter hingga 100 meter dengan jumlah kanal sebanyak 11. Landsat

8 merupakan salah satu jenis satelit penginderaan jauh yang dikhususkan untuk tujuan pengelolaan sumber daya di bumi.

Tabel 2. 2. Parameter Orbit Satelit Landsat 8 (USGS 2013)

Parameter Orbit Satelit Landsat 8	
Jenis Orbit	Mendekati Lingkaran Sinkron Matahari
Tinggi Terbang	705 km
Inklinasi	8,2°
Waktu rekam ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi khatulistiwa (<i>Local Time Descending Node – LTDN</i>) nominal	Pukul 10.00 hingga 10.15 pagi

Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (*band* 1 -9) berada pada OLI dan 2 lainnya (*band* 10 dan 11) pada TIRS. Sensor pencitra OLI mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Sedangkan sensor TIRS mempunyai dua *band thermal* yang akan memberikan suhu permukaan lebih akurat (USGS 2013). Dibandingkan dengan landsat versi sebelumnya, Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya spesifikasi *band-band* yang dimiliki maupun panjang gelombang elektromagnetik yang dimiliki. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue* (RGB). Dengan makin banyaknya *band*

sebagai penyusun RGB komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi (USGS 2013).

Tabel 2. 3. Spesifikasi Kanal Citra Landsat 8 (USGS 2013)

No Band	Kanal	UM (<i>Wave Length</i>)	Penggunaan Data	Resolusi Spasial
1	<i>Coastal Aerosol</i>	0,43 – 0,45	Zona pesisir / aerosol	30
2	Biru	0,45 – 0,51	Pemetaan batimetri, membedakan tanah dengan vegetasi	30
3	Hijau	0,53 – 0,59	Vegetasi untuk menilai tumbuh tanaman	30
4	Merah	0,64 – 0,67	Vegetasi / pesisir	30
5	<i>Near Infrared</i> (NIR)	0,85 – 0,88	<i>Foliage</i>	30
6	<i>Shortwave Infrared</i> (SWIR) 1	1,57 – 1,65	Membedakan kadar air tanah dan vegetasi, menembus awan tipis	30
7	<i>Shortwave Infrared</i> (SWIR) 2	2,11 – 2,29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi, penetrasi awan sedikit	30
8	<i>Panchromatic</i>	0,50 – 0,68	Penajaman citra	15
9	<i>Cirrus</i>	1,36 – 1,38	Mendeteksi peningkatan awan cirrus	30
10	<i>Thermal Infrared</i> (TIRS) 1	10,60-11,19	Perkiraan	100

No Band	Kanal	UM (Wave Length)	Penggunaan Data	Resolusi Spasial
			pemetaan panas dan kelembaban tanah	
11	<i>Thermal Infrared</i> (TIRS) 1	11,50-12,51	Peningkatan pemetaan panas dan kelembaban tanah	100

Citra Landsat 8 Level-2 data *Surface Reflectance* dihasilkan dari Landsat *Surface Reflectance Code* (LaSRC), yang menggunakan band aerosol pesisir untuk melakukan uji inversi aerosol, menggunakan data iklim tambahan dari MODIS dan menggunakan model transfer radiasi yang unik. Hardcodes LaSRC sudut pandang zenith ke "0", dan sudut zenith matahari, serta sudut pandang zenith digunakan untuk perhitungan sebagai bagian dari koreksi atmosfer.

2.3 Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, dengan batas ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air yang masih mendapat pengaruh sifat-sifat laut seperti angin laut, pasang surut, perembesan air laut (intrusi) yang dicirikan oleh vegetasinya yang khas, sedangkan batas wilayah pesisir ke arah laut mencakup bagian atau batas terluar daripada daerah paparan benua (*continental shelf*), dimana ciri-ciri perairan ini masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun proses yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Rais 2004).

2.4 Garis Pantai

Klasifikasi pantai sangat dibutuhkan untuk menggolongkan pantai, sehingga diketahui ciri-ciri yang dapat digunakan untuk membedakan pantai satu dengan pantai yang lain. Valentin (1952) dalam Sutikno (1993) menyatakan bahwa perkembangan garis pantai yang maju dan mundur dapat digunakan sebagai parameter klasifikasi pantai. Dimana perubahan garis pantai yang cenderung maju disebabkan oleh pengangkatan pantai atau prodegradasi oleh deposisi, sedangkan pantai yang mundur disebabkan oleh pantai yang tenggelam atau retrogradasi oleh erosi atau abrasi.

Garis pantai merupakan salah satu aspek teknis dalam penetapan dan penegasan batas pengelolaan wilayah pesisir dan laut. Aspek teknis tersebut memiliki peranan penting dalam penentuan batas pengelolaan wilayah laut sebagai perwujudan otonomi daerah sesuai dengan Undang-undang No 32 tahun 2004 tentang pemerintahan daerah. Garis pantai ini akan menjadi batas pengaturan kewenangan pengelolaan sumberdaya alam dan pelestarian lingkungan di laut.

Garis pantai merupakan garis pertemuan antara daratan dengan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (UU No 4 Tahun 2011). Garis pantai terdiri atas 3 (tiga) jenis yaitu (a) garis pantai surut terendah, (b) garis pantai pasang tertinggi, dan (c) garis pantai tinggi muka air laut rata-rata.

Adapun penggunaan berbagai tipe garis pantai tersebut diatur bahwa pada Peta Rupabumi Indonesia, garis pantai ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut rata-rata. Sedangkan pada Peta Lingkungan Pantai Indonesia dan Peta Lingkungan Laut Nasional, garis pantai ditetapkan berdasarkan kedudukan muka air laut surut terendah (UU No. 4 Tahun 2011).

2.4.1 Perubahan Garis Pantai

Secara umum Sutikno (1993) menjelaskan bahwa pantai merupakan suatu daerah yang meluas dari titik

terendah air laut pada saat surut hingga ke arah daratan sampai mencapai batas efektif dari gelombang. Sedangkan garis pantai adalah garis pertemuan antara air laut dengan daratan yang kedudukannya berubah-ubah sesuai dengan kedudukan pada saat pasang-surut, pengaruh gelombang dan arus laut.

Lingkungan pantai merupakan daerah yang selalu mengalami perubahan. Perubahan lingkungan pantai dapat terjadi secara lambat hingga cepat, tergantung pada imbang daya antara topografi, batuan dan sifat-sifatnya dengan gelombang, pasut, dan angin. Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, tidak saja ditentukan oleh suatu faktor tunggal tapi oleh sejumlah faktor beserta interaksinya.

Sutikno (1993) kembali menyatakan bahwa secara garis besar proses geomorfologi yang bekerja pada mintakat pantai dapat dibedakan menjadi proses destruksional dan konstruksional. Proses destruksional adalah proses yang cenderung merubah atau merusak bentuk lahan yang ada sebelumnya, sedangkan proses konstruksional adalah proses yang menghasilkan bentuk lahan baru.

Adapun faktor-faktor utama yang mempengaruhi terjadinya perubahan garis pantai adalah:

1. Faktor Hidro-Oseanografi

Perubahan garis pantai berlangsung manakala proses geomorfologi yang terjadi pada setiap bagian pantai melebihi proses yang biasanya terjadi. Proses geomorfologi yang dimaksud antara lain adalah:

- Gelombang

Gelombang terjadi melalui proses pergerakan massa air yang dibentuk secara umum oleh hembusan angin secara tegak lurus terhadap garis pantai (Open University,

1993). Dahuri, dkk (2001) menyatakan bahwa gelombang yang pecah di daerah pantai merupakan salah satu penyebab utama terjadinya proses erosi dan sedimentasi di pantai.

- Arus

Hutabarat, dkk (1985) menyatakan, arus merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pengangkutan sedimen di daerah pantai. Arus yang berfungsi sebagai media transportasi sedimen dan sebagai agen pengerosi yaitu arus yang dipengaruhi oleh hempasan gelombang. Gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai (nearshore current) yang berpengaruh terhadap proses sedimentasi/ abrasi di pantai. Arus pantai ini ditentukan terutama oleh besarnya sudut yang dibentuk antara gelombang yang datang dengan garis pantai (Pethick 1997).

- Pasang Surut

Menurut Nontji (2002) pasang adalah gerakan naik turunnya muka laut secara berirama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari. Arus pasang ini berperan terhadap proses-proses di pantai seperti penyebaran sedimen dan abrasi pantai. Pasang naik akan menyebarkan sedimen ke dekat pantai, sedangkan bila surut akan menyebabkan majunya sedimentasi ke arah laut lepas. Arus pasang umumnya tidak terlalu kuat sehingga tidak dapat mengangkut sedimen yang berukuran besar.

2. Faktor Antropogenik

Proses anthropogenik adalah proses geomorfologi yang diakibatkan oleh aktivitas manusia. Aktivitas manusia di pantai dapat mengganggu kestabilan lingkungan pantai. Gangguan terhadap lingkungan pantai dapat dibedakan menjadi gangguan yang disengaja dan gangguan yang tidak disengaja. Gangguan yang disengaja bersifat protektif terhadap garis pantai dan lingkungan pantai, misalnya dengan membangun jetti, groin, pemecah gelombang atau reklamasi pantai. Aktivitas manusia yang tidak disengaja menimbulkan gangguan negatif terhadap garis pantai dan lingkungan pantai, misalnya pembabatan hutan bakau untuk dikonversi sebagai tambak (Sutikno 1993).

2.4.2 Pasang Surut Air Laut

Pasang surut merupakan pergerakan permukaan air laut secara periodik yang memiliki hubungan fase dan amplitudo terhadap periode gaya geofisik (International Oceanographic Commission, 1985). Tinggi muka air laut pada peristiwa pasang surut merupakan resultan dari berbagai gelombang yang dominan dibangkitkan akibat adanya pengaruh variasi gaya gravitasi benda langit khususnya bulan dan matahari terhadap pergerakan reguler bumi dan bulan serta sistem bumi dan matahari. Faktor-faktor non-astronomi seperti konfigurasi garis pantai, kedalaman lokal air laut, topografi dasar laut, dan pengaruh hidrografi serta meteorologi lainnya juga memiliki peran penting dalam mengubah range dari pasut, interval waktu antara air tinggi dan air rendah, dan waktu kedatangan gelombang (NOAA, 2007).

Penentuan konstanta pasut berhubungan dengan komponen-komponen harmonik gaya pembangkit pasut. Konstanta pasang surut mempunyai nilai

amplitudo dan periode yang berbeda-beda dari setiap komponen harmonik. Secara garis besar dapat dikategorikan ke dalam 4 (empat) kelompok (Triatmodjo 1999), yaitu:

- Konstanta harmonik periode setengah harian (*semidiurnal period tide*), terdiri dari M_2 , S_2 , N_2 , dan K_2 .
- Konstanta harmonik periode harian (*diurnal period tide*), terdiri dari K_1 , O_1 , dan P_1 .
- Konstanta harmonik periode panjang (*long period tide*), terdiri dari M_f dan M_m .
- Konstanta perairan dangkal (*shallow water tide*), terdiri dari M_4 dan MS_4 .

Tabel 2. 4. Konstanta Harmonik Pasang Surut (Poerbandono 1999)

Nama Konstanta	Simbol	Periode (jam)	Kecepatan (%/jam)	Jenis
<i>Principal lunar</i>	M_2	12.42	28.984	<i>Semi diurnal</i>
<i>Principal solar</i>	S_2	12.00	30.000	
<i>Larger lunar elliptic</i>	N_2	12.66	28.440	
<i>Luni solar semi diurnal</i>	K_2	11.98	30.082	
<i>Luni solar diurnal</i>	K_1	23.93	15.041	<i>Diurnal</i>
<i>Principal lunar diurnal</i>	O_1	25.82	13.943	
<i>Principal solar diurnal</i>	P_1	24.07	14.959	
<i>Lunar fortnightly</i>	M_f	327.82	1.0098	<i>Long period</i>
<i>Lunar monthly</i>	M_m	661.30	0.544	
<i>Main lunar</i>	M_4	6.21	57.968	<i>Shallow water</i>
<i>Main luni- solar</i>	MS_4	6.20	58.084	

Tabel 2. 5. Penjelasan Kontanta Harmonik Pasut (Poerbandono dan Djunarsjah 2005)

No.	Simbol	Fenomena	Perbandingan Relatif
1	M_2	Gravitasi bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi	100

No.	Simbol	Fenomena	Perbandingan Relatif
2	S2	Gravitasi matahari dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi	47
3	N2	Perubahan jarak bulan dengan bumi akibat lintasan elips	19
4	K2	Perubahan jarak bumi dengan matahari akibat lintasan elips	13
5	K1	Deklinasi sistem bulan dan matahari	58
6	O1	Deklinasi bulan	42
7	P1	Deklinasi Matahari	19
8	M4	Dua kali kecepatan sudut M2 akibat pengaruh bulan di perairan dangkal	-
9	MS4	Interaksi M2 dan S2 di perairan dangkal	-

Untuk menghitung muka air surutan dapat dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut: (Dalpan 2015)

- a. $HHWL$ (*Higher High Water Level*) = $Z0 + (M2 + S2 + K2 + K1 + O1 + P1)$
- b. $MHWL$ (*Mean High Water Level*) = $Z0 + (M2 + K1 + O1)$
- c. MSL (*Mean Sea Level*) = $Z0$
- d. $MLWL$ (*Mean Low Water Level*) = $Z0 - (M2 + K1 + O1)$
- e. $LLWL$ (*Lowest Low Water Level*) = $Z0 - (M2 + S2 + K2 + K1 + O1 + P1)$

Analisis harmonik pasut bertujuan untuk menghitung amplitudo hasil respon dari kondisi laut setempat terhadap pasut setimbang dan beda fase dari gelombang tiap komponen terhadap keadaan pasut setimbang. Analisa pasut dapat menggunakan metode Least Square yaitu jumlah data lebih banyak daripada jumlah parameter yang dihitung. Amplitudo dan fase komponen dari persamaan harmonik pasut dihitung berdasarkan data pengamatan terhadap kedudukan

muka air dalam jangka waktu tertentu, dengan menggunakan komponen yang diketahui periodenya. Metode least square adalah salah satu metode yang paling populer dalam menyelesaikan masalah hitungan perataan (Setyadi 2005).

Menurut Ongkosongo (1989), variasi naik turunnya muka air laut adalah hasil penjumlahan (superposisi) dari semua gelombang komponen harmonik pasut yang terjadi. Dengan demikian tinggi muka air laut dapat dituliskan dalam persamaan rumus berikut:

$$H(t) = A_0 + \sum_1^n A_n \cos[\omega_n t_i - g_n] \quad (2.1)$$

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

$$\omega_n = \frac{2\pi}{P_n(\text{periode})}$$

$$g_n = \tan^{-1} \left(\frac{b_n}{a_n} \right)$$

$$j_n = \frac{g_n}{\omega_n}$$

Dimana:

$H(t)$ = tinggi muka air laut saat t

A_0 = tinggi muka air laut rata-rata (MSL)

A_n = amplitudo konstanta pasut ke- n (constituent)

ω_n = kecepatan sudut konstanta pasut ke- n

g_n = fase konstanta pasut ke- n

t_i = jumlah lama pengamatan

n = jumlah konstanta pasut

a_n, b_n = jarak konstanta pasut ke- n

j_n = waktu air tinggi (jam)

$$F = A.X \quad (2.2)$$

$$\begin{bmatrix} Ht_1 \\ \dots \\ Ht_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \cos(\omega_1 t_1) & \sin(\omega_1 t_1) & \dots & \cos(\omega_n t_1) & \sin(\omega_n t_1) \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \cos(\omega_1 t_i) & \sin(\omega_1 t_i) & \dots & \cos(\omega_n t_i) & \sin(\omega_n t_i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_0 \\ a_1 \\ b_1 \\ a_2 \\ b_2 \\ \dots \\ a_n \\ b_n \end{bmatrix}$$

$$X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot (A^T \cdot F) \quad (2.3)$$

dimana F adalah matriks pengamatan, A adalah matriks desain dan X adalah matriks parameter.

Teori pendekatan yang digunakan dalam koreksi pasang surut terhadap ekstraksi fitur garis pantai berdasarkan tahapan deliniasi citra satelit akan diperoleh batas antara daratan dengan lautan yang menjadi fitur garis pantai. Sifat air senantiasa menciptakan permukaan yang datar sehingga fluktuasi ketinggian batas antara daratan dan lautan yang menyebabkan pergantian daratan ke lautan maupun sebaliknya merupakan proses normal yang diakibatkan oleh ketinggian muka laut akibat proses pasang surut.

Tahap awal koreksi garis pantai hasil deliniasi citra satelit terhadap pasang surut adalah dengan menghitung kemiringan pantai. Kemiringan pantai dihitung menggunakan persamaan berikut mengacu pada USACE (2003):

$$\tan \beta = \frac{d}{m} \quad (2.4)$$

Dimana:

$\tan \beta$ = Kemiringan pantai ($^\circ$)

d = Kedalaman perairan (m)

m = Jarak dari garis pantai hingga kedalaman d (m)

Selanjutnya jarak pergeseran garis pantai hasil koreksi terhadap HHWL dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$x = \frac{\eta}{\beta} \quad (2.5)$$

Dimana:

η = Posisi muka air pada saat perekaman citra (m)

x = Jarak pergeseran garis pantai hasil koreksi terhadap pasang surut (m)

β = Kemiringan pantai ($^{\circ}$)

2.5 Pengolahan Data Citra

2.5.1 Koreksi Geometrik

Geometrik merupakan posisi geografis yang berhubungan dengan distribusi keruangan (spatial distribution). Geometrik memuat informasi data yang mengacu bumi (*geo-referenced* data), baik posisi (sistem koordinat lintang dan bujur) maupun informasi yang terkandung didalamnya.

Menurut Mather (1987), koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi pixel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek di permukaan bumi yang terekam sensor.

Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil transformasi ini. Tahap ini diterapkan pada citra digital mentah (langsung hasil perekaman satelit), dan merupakan koreksi kesalahan geometrik sistematis.

Koreksi geometrik dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematis dan kesalahan random, dengan sifat distorsi geometrik pada citra. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan, yaitu:

- a. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis.
- b. Merekistrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain yang sudah terkoreksi (*image to image rectification*) atau mentransformasikan system koordinat citra multispektral dan multi temporal.
- c. Merekistrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke koordinat peta (*image to map rectification*), sehingga menghasilkan citra dengan system proyeksi tertentu.

2.5.2 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama (Soenarmo 2009), dan juga untuk menghilangkan atau meminimalisir kesalahan radiometrik akibat aspek eksternal berupa gangguan atmosfer pada saat proses perekaman. Biasanya gangguan atmosfer ini dapat berupa serapan, hamburan, dan pantulan yang menyebabkan nilai piksel pada citra hasil perekaman tidak sesuai dengan nilai piksel obyek sebenarnya di lapangan.

Kesalahan radiometrik pada citra dapat menyebabkan kesalahan interpretasi terutama jika interpretasi dilakukan secara digital yang mendasarkan pada nilai piksel. Koreksi radiometrik ini sangat penting untuk dilakukan agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan (Chander, dkk 2007).

Berikut adalah koreksi radiometrik yang diperoleh dari USGS (2013):

- a. Konversi DN ke Radian

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \quad (2.6)$$

dimana:

$L\lambda$ = Spectral radiance (W/ (m² * sr * μ m))

ML = Radiance multiplicative scaling factor for the band ($RADIANCE_MULT_BAND_n$ from the metadata).

AL = Radiance additive scaling factor for the band ($RADIANCE_ADD_BAND_n$ from the metadata).

Q_{cal} = Level 1 pixel value in DN

b. Konversi DN ke Reflektan

$$\rho\lambda' = M_p * Q_{cal} + A_p \quad (2.7)$$

dimana:

$\rho\lambda'$ = Top-of-Atmosphere Planetary Spectral Reflectance, without correction for solar angle.

M_p = Reflectance multiplicative scaling factor for the band ($REFLECTANCE_MULT_BAND_n$ from the metadata).

A_p = Reflectance additive scaling factor for the band ($REFLECTANCE_ADD_BAND_N$ from the metadata).

Q_{cal} = Level 1 pixel value in DN.

2.5.3 Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer bertujuan menurunkan reflektansi objek dari total radiansi TOA setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan penghapusan efek atmosfer. Salah satu metode koreksi dari efek atmosfer adalah menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum-Vector* (6SV) (Vermote, dkk 1997). Reflektan terkoreksi atmosfer diturunkan dari radian-sensor menggunakan persamaan:

$$y = x_a * (L\lambda) - x_b \quad (2.8)$$

$$acr = y / (1 + x_c * y) \quad (2.9)$$

Dimana ρ_{cr} merupakan reflektan terkoreksi efek atmosfer (*Atmospheric Corrected Reflectance*), L_λ adalah citra berformat radian, x_a ; x_b ; dan x_c adalah parameter koreksi yang diperoleh dengan menjalankan perangkat lunak 6SV berbasis web yang ada di <http://6s.ltdri.org/>.

2.6 Klasifikasi Citra

Menurut Chein-I Chang (2000) Klasifikasi citra merupakan suatu proses pengelompokan seluruh piksel pada suatu citra kedalam dalam kelompok sehingga dapat diinterpretasikan sebagai suatu properti yang spesifik.

Suatu citra dapat diklasifikasikan ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan kemiripan antar citranya secara visual, yaitu karakteristik warna. Klasifikasi citra secara otomatis, yaitu proses penggolongan suatu citra ke dalam suatu kategori yang semakin dibutuhkan untuk melakukan analisis citra.

Klasifikasi citra menurut Lillesand, dkk (1990), dibagi ke dalam dua klasifikasi yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Menurut Lillesand, dkk (1990), analisis citra terbimbing merupakan proses pemilihan kategori informasi atau kelas yang diinginkan dan kemudian memilih daerah latihan yang mewakili tiap kategori.

Klasifikasi terbimbing membutuhkan pengetahuan tentang kelas kelas (objek-objek) apa saja yang terdapat dalam target serta lokasinya. Sedangkan dalam klasifikasi tidak terbimbing setiap piksel diperbandingkan dengan kluster diskret untuk melihat untuk piksel-piksel mana yang memiliki kemiripan yang tinggi dan dikelompokkan dalam kelas-kelas. Kemudian diperbandingkan dengan kenampakan objek yang sebenarnya bila hasil kelas masih kurang memuaskan, maka perlakuan-perlakuan itu diulangi lagi untuk mencari kombinasi kelas yang lebih sesuai.

2.6.1 Uji Akurasi Klasifikasi Citra

Evaluasi akurasi digunakan untuk melihat tingkat kesalahan yang terjadi pada klasifikasi area contoh sehingga dapat ditentukan besarnya persentase ketelitian pemetaan. Evaluasi ini menguji tingkat keakuratan secara visual dari klasifikasi terbimbing.

Uji ketelitian interpretasi dapat dilakukan dalam empat cara yang disarankan oleh Short (1982) dalam Purwadhi (2001), diantaranya :

- a. Melakukan pengecekan lapangan serta pengukuran beberapa titik yang dipilih sebagai sampel area dari setiap bentuk penutup/penggunaan lahan. Uji ketelitian pada setiap area sampel penutup/penggunaan lahan yang homogeny. Pelaksanaannya pada setiap bentuk penutup/penggunaan lahan diambil beberapa sampel area didasarkan homogenitas kenampakannya dan diuji kebenarannya (survey lapangan).

$$KI = \frac{JKL}{JSL} \times 100\% \quad (2.10)$$

Dengan,

KI = Ketetapan Interpretasi

JKL = Jumlah Kebenaran Interpretasi

JSL = Jumlah Sampel Lapangan

- b. Menilai kecocokan hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau foto udara pada daerah yang sama dan waktu yang sama. Hal ini sangat diperlukan dalam penafsiran batas-batas dan perhitungan (pengukuran) luas setiap jenis penutup/penggunaan lahannya.
- c. Analisa statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi. Analisa dilakukan terutama terhadap kesalahan setiap penutup/penggunaan lahan yang disebabkan oleh keterbatasan resolusi citra (khususnya resolusi spasial karena merupakan

dimensi keruangan). Analisa dilakukan dari beberapa piksel dengan perhitungan *variance statistic* setiap saluran spectral data yang digunakan. Pengambilan piksel untuk uji ketelitian diambil yang betul-betul murni penutup lahannya (bukan piksel gabungan atau piskel yang isinya beberapa jenis kenampakan=*Mix Pixel*)

- d. Membuat matrik dari setiap kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup lahan/penggunaan lahan dari hasil interpretasi citra penginderaan jauh. Ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan rumus :

$$MA = \frac{X_{cr \text{ piksel}}}{X_{cr \text{ piksel}} + X_{o \text{ piksel}} + X_{co \text{ piksel}} + X_{cr \text{ piksel}}} \quad (2.11)$$

Dengan,

MA = Ketelitian Pemetaan (Mapping Accuracy)

X cr = Jumlah kelas X yang terkoreksi

Xo = Jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain (omisi)

Xco = Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (komisi)

Ketelitian seluruh hasil klasifikasi (KH) adalah

$$KH = \frac{\text{jumlah piksel murni semua kelas}}{\text{jumlah semua piksel}} \quad (2.12)$$

Overall Accuracy (OA) merupakan total ketelitian klasifikasi. Rumus menghitung overall accuracy adalah :

$$OA = \frac{x}{n} \times 100\% \quad (2.13)$$

Dengan,

x = Jumlah nilai diagonal matriks

n = Jumlah sampel matriks

Menurut Anderson (1976), sistem klasifikasi tata guna lahan dan tutupan lahan yang efektif dapat

menggunakan data penginderaan jauh orbital dan dataran tinggi yang memiliki tingkat ketelitian interpretasi minimum dalam kategori identifikasi tata guna lahan dan tutupan lahan dari data penginderaan jauh minimal 85% pada beberapa kategori secara homogen yang menggambarkan vegetasi dan jenis tutupan lahan lainnya dengan cakupan area yang luas, dimana sistem klasifikasi ini juga harus sesuai untuk digunakan dengan data penginderaan jauh pada tahun yang berbeda. Penggunaan data tata guna lahan dan tutupan lahan untuk keperluan perencanaan dana manajemen, ketelitian interpretasi adalah memuaskan ketika interpreter membuat interpretasi sebesar 85% - 90% (Ingram dan Prochaska, 1972 dalam Anderson, 1976).

2.7 Band Ratio

Band ratio merupakan pendekatan yang digunakan untuk melengkapi kelemahan yang dihasilkan dari pendekatan *threshold*. Kelemahan dari pendekatan *threshold* adalah tidak akurat digunakan pada pantai berlumpur dan bervegetasi. Kemudian pendekatan *band ratio* digunakan untuk memperoleh piksel yang lebih informatif. Rasio band *Near infrared* dengan band hijau (b2/b4 pada Landsat 5 dan 7; b3/b5 pada Landsat 8), menghasilkan batas darat-air pada daerah pantai yang tertutup oleh vegetasi. Sedangkan rasio band SWIR-1 dengan band hijau (b2/b5 pada Landsat 5 dan 7; b3/b6 pada Landsat 8) diperoleh garis pantai dari daerah yang tertutup oleh pasir dan tanah (Alesheikh, dkk. 2007).

2.8 Analisa Spasial

Menurut Aronoff (1989), Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi yang didasarkan pada kerja komputer yang memasukkan, mengelola, memanipulasi dan menganalisa data serta memberi uraian. Kemampuan analisis dalam SIG memiliki peran yang sangat penting yang dikenal

dengan istilah analisis spasial. Analisis spasial merupakan suatu teknik atau proses yang melibatkan sejumlah fungsi hitungan dan evaluasi logika matematis yang dilakukan terhadap data spasial dalam rangka untuk mendapatkan ekstraksi, nilai tambah, atau informasi baru yang juga beraspek spasial.

Dalam pengolahan data SIG, analisis spasial dapat digunakan untuk memberikan solusi-solusi atas permasalahan keruangan. Manfaat dari analisis spasial ini tergantung dari fungsi yang dilakukan, seperti: (a) Membuat, memilih, memetakan dan menganalisis data raster berbasis sel; (b) Melaksanakan analisis data vektor/ raster yang terintegrasi; (c) Memilih informasi dari beberapa *layer* data; (d) Mengintegrasikan sumber data raster dengan data vektor. Adapun jenis-jenis analisis spasial sebagai berikut:

- a. *Query* basis data, *query* basis data digunakan untuk memanggil atau mendapatkan kembali atribut data tanpa mengganggu atau mengubah data yang sudah ada
- b. Pengukuran, fungsi pengukuran yang dimaksud yaitu:
 - Jarak. Pengukuran jarak yang dimaksud adalah menghitung jarak antar dua titik. Pengukuran jarak ini dapat dilakukan dengan mengklik kedua titik tersebut, atau dapat juga dengan menggunakan *query*.
 - Luas. Fungsi luas ini dapat digunakan untuk menghitung luas suatu wilayah unsur-unsur spasial. Wilayah tersebut dapat berupa poligon (vektor) ataupun juga wilayah yang bertipe raster.
 - Keliling. Fungsi keliling ini digunakan untuk menghitung keliling (parameter) unsur-unsur spasial. Unsur-unsur spasial tersebut dapat bertipe poligon (vektor) dan juga raster.
 - *Centroid*. Fungsi ini digunakan untuk menentukan koordinat titik pusat dari unsur-unsur spasial yang bertipe poligon (raster).

- c. Fungsi Kedekatan, fungsi kedekatan adalah sebuah fungsi untuk menghitung jarak dari suatu titik, garis, ataupun batas poligon. Salah satu fungsi kedekatan yang paling banyak digunakan adalah dengan *buffer*. *Buffer* adalah analisis spasial yang akan menghasilkan unsur-unsur spasial yang bertipe poligon.
- d. *Overlay*, *overlay* adalah bagian penting dari analisis spasial. *Overlay* dapat menggabungkan beberapa unsur spasial menjadi unsur spasial yang baru. Dengan kata lain, *overlay* dapat didefinisikan sebagai operasi spasial yang menggabungkan layer geografik yang berbeda untuk mendapatkan informasi baru. *Overlay* dapat dilakukan pada data vektor maupun raster.
- e. Perubahan Unsur-unsur Spasial
 - *Union, Merge* atau *Combine*
 Pada pengolahan data SIG, seringkali harus melakukan penggabungan antar unsur-unsur spasial. Penggabungan tersebut dapat menggunakan analisis spasial, yaitu *union*, *merge*, atau *combine*. Penggabungan ini dapat menjadikan beberapa unsur spasial menjadi satu unsur spasial saja tanpa mengubah beberapa unsur spasial yang digabungkan tersebut.
 - *Delete, Erase* atau *Cut*
 Fungsi analisis spasial ini digunakan untuk menghapus unsur-unsur spasial yang dirasa tidak perlu ditampilkan. Fungsi ini hanya akan menghapus unsur-unsur spasial yang terpilih saja.
 - *Split* atau *Clip*
 Fungsi analisis spasial ini bertujuan untuk menghasilkan unsur spasial baru dengan cara memotongnya dari unsur spasial lainnya.
 - *Intersect*
Intersect adalah sebuah fungsi pada analisis spasial untuk menghasilkan unsur spasial baru dari dua atau

lebih unsur spasial. Fungsi ini menghasilkan unsur spasial baru dari irisan dua atau lebih unsur spasial sebelumnya.

2.9 Penelitian Terdahulu

Aprizon Putra, Semeidi Husrin, dan Nia Naelul Hasanah Ridwan (2014) melakukan penelitian yang berjudul Analisa Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Timur Laut Bali Dengan Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh (Studi Kasus Lokasi Situs Kapal Usat Liberty, Tulamben). Situs Kapal Karam *USAT Liberty* terancam kelestariannya karena posisinya berada pada lereng pantai yang cukup terjal dan akan terkena dampak dari tingginya kejadian abrasi yang diakibatkan oleh badai laut. Berdasarkan hasil pengamatan garis pantai dari tahun 1942 hingga 2013 dengan acuan *Army Map Service* (AMS) U.S, 1942 dan citra satelit Landsat perekaman tahun 1989, 1995, 1997, 2003, 2005, 2009 dan 2013, ditemukan sejumlah lokasi yang mengalami abrasi dan akresi. Hasil analisa menunjukkan bahwa abrasi tertinggi terjadi di Kubu, Kabupaten Karang Asem dengan kejadian abrasi -0.68 m/th dan kejadian akresi tertinggi terjadi di Penuktukan, Kabupaten Buleleng dengan kejadian akresi 1.21 m/th, rata-rata laju perubahan garis pantai di Timur Laut Bali berdasarkan analisa GIS berkisar -1.60 m/th atau -113.36 m dari garis pantai telah hilang sejak tahun 1942. Hasil-hasil yang didapat sesuai dengan temuan dan kondisi di lapangan.

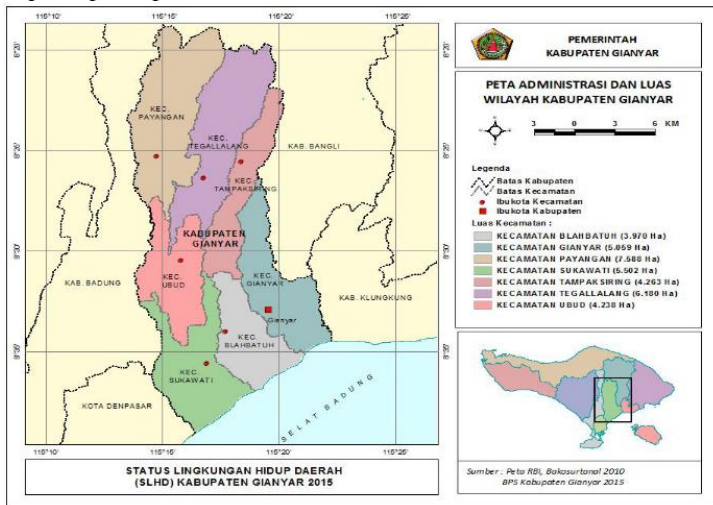
I Nengah Jaya Nugraha, I Wayan Gede Astawa Karang, dan I.G.B. Sila Dharma (2016) melakukan penelitian yang berjudul Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat Dipesisir Tenggara Bali (Studi Kasus Kabupaten Gianyar Dan Klungkung), penelitian ini menggunakan data citra satelit Landsat 8 tanggal 3 November 2013 dan tanggal 9 November 2015 yang bertujuan untuk melakukan ekstraksi garis pantai dari dataset Landsat 8 dan

melakukan validasi dengan validator yang sudah valid (Garis Pantai Rupabumi Indonesia) serta dengan koordinat garis pantai di lokasi penelitian. Metode yang digunakan adalah ekstraksi garis pantai dengan pendekatan nilai ambang batas (*threshold*) dan *band ratio*. Validasi dilakukan dengan menghitung jarak rata-rata antar garis pantai hasil ekstraksi dengan validator menggunakan transek yang dibuat menggunakan *software Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Objek penelitian adalah pantai sepanjang Kabupaten Gianyar dan Klungkung kecuali Klungkung Kepulauan (Nusa Ceningan, Nusa Penida, dan Nusa Lembongan). Hasil validasi citra dengan data koordinat lapangan mendapatkan rerata jarak sebesar 4.8117 meter, sedangkan hasil validasi citra Landsat 8 dengan RBI mendapatkan nilai kesalahan sebesar 3,96434 meter.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Gianyar, Bali seperti pada peta berikut ini:



Gambar 3. 1. Peta Administrasi Kabupaten Gianyar (BLH Kab. Gianyar, Bali 2015)

Secara astronomis Kabupaten Gianyar, Bali terletak diantara 115°13'29" BT–115°22'23" BT dan 8°18'48" LS – 8°38'58" LS. Batas-batas administrasi sebagai berikut: (Bappeda Kab. Gianyar 2014)

- Sebelah Utara : Kabupaten Bangli.
- Sebelah Timur : Kabupaten Klungkung/Bangli.
- Sebelah Selatan : Kota Denpasar dan Selat Badung.
- Sebelah Barat : Kabupaten Badung.

Kabupaten Gianyar meliputi wilayah daratan dengan luas 368 km² atau 36.800 Ha, yang terdiri dari:

- Kecamatan Sukawati dengan luas 55,02 km² (14,95%),
- Kecamatan Blahbatuh dengan luas 39,70 km² (10,79%),

- Kecamatan Gianyar dengan luas 50,59 km² (13,75%),
- Kecamatan Tampaksiring dengan luas 42,63 km² (11,58%),
- Kecamatan Ubud dengan luas 42,38 km² (11,52%),
- Kecamatan Tegallalang dengan luas 61,80 km² (16,79%),
- Kecamatan Payangan dengan luas 75,88 km² (20,62%).

Wilayah Kabupaten Gianyar membentang dari Utara yaitu wilayah atas ke Selatan berupa wilayah pantai dari lautan samudra Indonesia. Keadaan tanah rata-rata tidak begitu tinggi diatas permukaan laut. Bagian Selatan daerah ini 30% diantaranya merupakan daratan, sedangkan bagian wilayah Utara merupakan daerah yang bergelombang. Di bagian Selatan merupakan tanah-tanah datar dan agak rendah karena dekat dengan laut. Di daerah ini terbentang pantai berpasir hitam sepanjang 20 km.

Wilayah Kabupaten Gianyar tidak memiliki Danau maupun Gunung. Sungai mengalir dari pegunungan di daerah Utara kearah Selatan menuju Samudra Indonesia. Sunagi-sungai ini kebanyakan bersifat permanen dan mengalirkan air sepanjang tahun. Nama-nama dan panjang Sungai yang mengalir dan mengairi Wilayah Kabupaten Gianyar adalah sebagai berikut: Sungai Yeh Oos panjangnya 44.000 m, Sungai Petanu 38.100 m, Pakerisan 36.500 m, Sangsang 32.500 m, Sangku 6.500 m, Dos 453.500 m, dan Nangka 7.000 m. Sungai Cangkir merupakan batas dengan Kabupaten Badung, dan Sungai Melangit merupakan pembatas Wilayah Kabupaten Gianyar dengan Kabupaten Klungkung (Bappeda Kab. Gianyar 2014).

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Citra Satelit

- Landsat 7 ETM+ L1TP tanggal akuisisi 22 Mei 2002 wilayah Bali.
 - Landsat 8 OLI/TIRS L1TP tanggal akuisisi 29 Oktober 2017 wilayah Bali.
2. Data Batas Administrasi
 - Batas Kabupaten Gianyar, Bali.
 - Batas Kecamatan di Kabupaten Gianyar, Bali.
 - Batas Desa di Kabupaten Gianyar, Bali.
 3. Data *Ground Truth* tutupan lahan wilayah Kabupaten Gianyar, Bali.
 4. Peta Rupa Bumi Indonesia 1:25000 Kabupaten Gianyar, Bali.
 5. Peta Lingkungan Pantai Indonesia 1:50000 Kabupaten Gianyar, Bali.
 6. Data Pasang Surut wilayah Kabupaten Gianyar tahun 2002 dan 2017.

3.2.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Perangkat keras (*hardware*)

Hardware yang digunakan terdiri dari :

- 1 buah laptop (ASUS X441U)
- 1 buah *mouse*
- 1 buah GPS Handheld

2. Perangkat lunak (*software*)

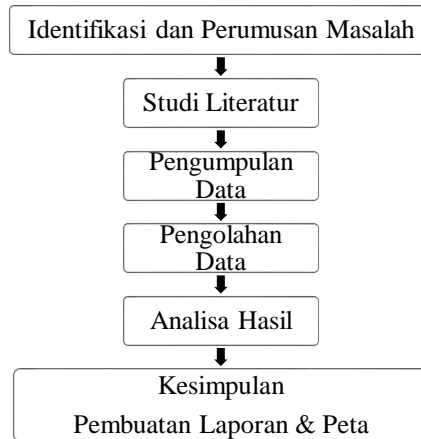
Software yang digunakan terdiri dari :

- *Software* pengolah citra untuk memproses data citra satelit.
- *Software ArcGIS 10.3* untuk menghitung luas perubahan garis pantai.
- *Microsoft Office (Ms. Word 2010, Ms. Excel 2010, dan Ms. Power Point 2010)* untuk pembuatan laporan.

3.3 Metodologi Pekerjaan

3.3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 2. Tahapan Penelitian

Penjelasan mengenai diagram alir di atas adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi dan Rumusan masalah yang penulis ambil adalah bagaimana perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Gianyar pada tahun 2002 dan 2017.

b. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mendapatkan beberapa referensi dari buku, jurnal, majalah, maupun internet yang terkait dengan penelitian.

c. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian. Data yang diperlukan adalah citra satelit Landsat tahun 2002 dan 2017, data batas administrasi wilayah Kabupaten Gianyar, data *ground truth* tutupan

lahan Kabupaten Gianyar, peta LPI wilayah Kabupaten Gianyar dan data pasang surut tahun 2002 dan 2017 wilayah Bali. Citra satelit Landsat di unduh dari www.earthexplorer.usgs.gov. Data batas administrasi, peta RBI, peta LPI serta data pasang surut didapatkan dari Badan Informasi Geospasial, untuk data ground truth tutupan lahan didapatkan dari pengukuran ke lapangan.

d. Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan terhadap data citra satelit Landsat serta peta RBI untuk mendapatkan peta perubahan garis pantai dan data ground truth digunakan untuk mendapatkan peta perubahan tutupan lahan.

e. Analisa Data

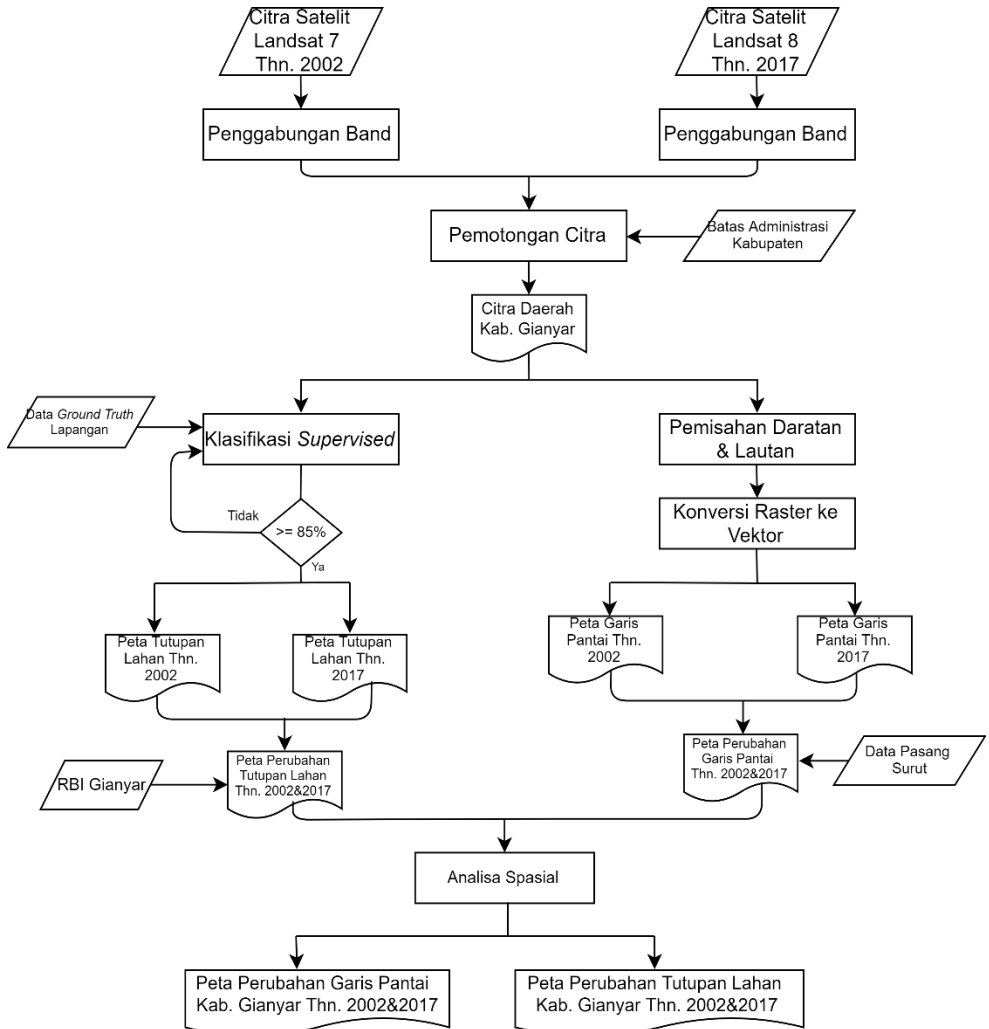
Pada tahapan ini dilakukan analisa dengan menggunakan sistem informasi geografis yaitu melihat perubahan garis pantai dan tutupan lahan tahun 2002 dan tahun 2017.

f. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini, dilakukanlah penulisan laporan dari semua kegiatan penelitian yang telah dilakukan.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dari penelitian ini adalah:



Gambar 3. 3. Tahapan Pengolahan Data

Berikut ini adalah penjelasan dari tahapan pengolahan data:

1. Pengambilan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data citra satelit Landsat 7 untuk tahun 2002 dan citra satelit Landsat 8 untuk tahun 2017 yang bersumber dari USGS, peta vektor batas administrasi wilayah Kabupaten Gianyar yang bersumber dari Badan Informasi Geospasial (BIG), data *ground truth* yang bersumber dari pengukuran di lapangan, peta rupa bumi Indonesia 1:25000 wilayah Kabupaten Gianyar yang bersumber dari BIG, peta lingkungan pantai Indonesia 1:50000 wilayah Kabupaten Gianyar yang bersumber dari BIG serta data pasang surut wilayah Kabupaten Gianyar yang bersumber dari BIG.

2. Penggabungan *Band*

Penggabungan citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 dilakukan untuk menggabungkan *band – band* yang terpisah menjadi satu file. Band yang digabungkan adalah *band* biru, hijau, merah dan SWIR-1. Dalam hal ini *band* yang digabungkan ada 4 *band* yaitu *band* 1, 2, 3, dan 5 untuk citra satelit Landsat 7, sedangkan citra satelit Landsat 8 ada 7 *band* yang digabungkan yaitu *band* 2, 3, 4, dan 6.

3. Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan studi kasus yang dipilih. Adapun studi kasus yang digunakan yaitu pantai di sepanjang Kabupaten Gianyar, Bali. Pemotongan citra menggunakan *subset* vektor dari batas daerah Kecamatan Sukawati, Kecamatan Blahbatuh, dan Kecamatan Gianyar.

4. Pemisahan Darat dan Laut (*Band Ratio*)

Band Ratio berfungsi untuk memisahkan antara wilayah daratan dan lautan. Formula yang digunakan untuk mengidentifikasi garis pantai yang tertutup oleh pasir dan tanah adalah *band* hijau dibagi *band* SWIR-1. Dalam hal ini, *band ratio* pada citra satelit Landsat 7 menggunakan formula *band* 2 dibagi *band* 5. Sedangkan pada citra satelit Landsat 8 menggunakan *band* 3 dibagi *band* 6.

5. Konversi Raster ke Vektor

Mengubah citra yang telah teridentifikasi daratan dan lautan menjadi bentuk vektor (.shp) dengan menggunakan *tools Raster to Polyline* dan *Raster to Polygon* pada perangkat lunak ArcGIS 10.3 sehingga akan menghasilkan garis pantai dari masing-masing citra.

6. Klasifikasi *Supervised* (Terbimbing)

Klasifikasi ini dilakukan untuk melihat perubahan tutupan lahan disekitar pesisir pantai menggunakan *band* merah, hijau, dan biru. Klasifikasi ini dimulai dengan cara membuat ROI dari pixel tiap-tiap kelas, yaitu vegetasi, pemukiman, badan air, dan badan jalan. Lalu dilakukan klasifikasi dengan *tool supervised classification: maximum likelihood*. Setelah itu akan terbentuk poligon-poligon dari hasil klasifikasi masing-masing kelas tersebut.

7. Uji Akurasi

Uji akurasi menggunakan matriks omisi dan komisi yang bertujuan untuk mengetahui apakah proses klasifikasi sudah akurat atau belum. Apabila hasilnya diatas 85% maka sudah masuk toleransi. Uji akurasi dilakukan dengan membuat tabel omisi dan komisi yang membandingkan hasil

interpretasi citra dengan hasil uji lapangan, lalu menghasilkan *overall accuracy*.

8. Analisa Spasial

Menganalisa perubahan tutupan lahan wilayah pesisir Kabupaten Gianyar, Bali tahun 2002 dan 2017 serta menganalisa perubahan garis pantai akibat abrasi Kabupaten Gianyar, Bali tahun 2002 dan 2017.

9. Pembuatan Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002 sampai 2017 dan Peta Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 sampai 2017

Dari hasil *overlay* citra, maka selanjutnya dilakukan proses *layouting* peta. Peta yang dihasilkan berupa peta perubahan garis pantai akibat abrasi di wilayah Kabupaten Gianyar, Bali tahun 2002 sampai 2017 yang telah dikoreksi dengan data pasang surut air laut dan peta lingkungan pantai Indonesia serta peta perubahan tutupan lahan di wilayah Kabupaten Gianyar, Bali tahun 2002 sampai 2017 yang di *overlay* dengan peta RBI 1:25000 wilayah Kabupaten Gianyar, Bali.

10. Perhitungan Luas Area Perubahan Garis Pantai Tahun 2002 sampai 2017

Perhitungan luas ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar perubahan garis pantai akibat abrasi dan perubahan tutupan lahan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3 yang akan menghasilkan luas dari masing-masing perubahan. Hasilnya disajikan dalam bentuk tabel.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Data

4.1.1 Citra Satelit Landsat 7 dan Landsat 8

Data citra yang digunakan adalah Landsat 7 tahun 2002, dan Landsat 8 tahun 2017. Pemilihan citra yang digunakan adalah citra yang tidak tertutup awan khususnya pada lokasi penelitian. Berikut adalah tanggal akuisisi Citra Landsat multitemporal yang digunakan :

Tabel 4. 1. Tanggal Akuisisi Citra

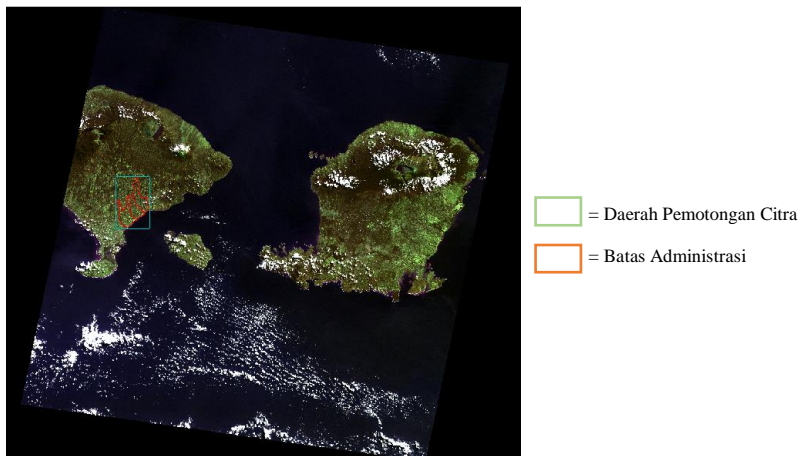
No.	Tanggal Akuisisi	Nama File
1.	21 Mei 2002	LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1
2.	29 Oktober 2017	LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1

4.1.2 Data Lapangan

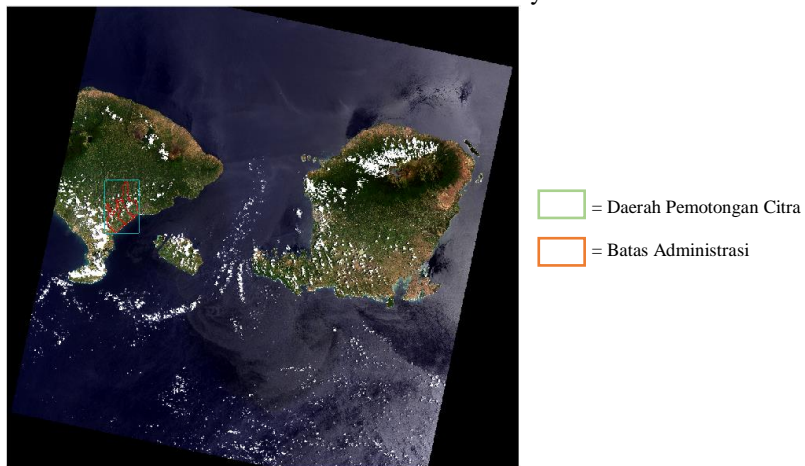
Data lapangan yang diambil adalah data yang digunakan untuk uji akurasi klasifikasi tutupan lahan yang mana terdapat 4 kelas yaitu vegetasi, pemukiman, badan air, dan badan jalan. Titik sampel didapat dengan menggunakan GPS *handheld*, dan sampel yang diambil sebanyak 144 titik yang menyebar pada 3 kecamatan yang berada di pesisir pantai Kabupaten Gianyar. Data tersebut di tampilkan pada lampiran 1.

4.2 Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan agar dapat lebih fokus ke wilayah studi yaitu Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali, selain itu agar tidak menghabiskan banyak memori pada saat pengolahan data citra satelit. Berikut adalah citra Landsat 7 dan 8 sebelum dan sesudah dilakukan *cropping*:



Gambar 4. 1. Citra Landsat 7 Wilayah Bali



Gambar 4. 2. Citra Landsat 8 Wilayah Bali



Gambar 4. 3. Citra Landsat 7 Wilayah Kab. Gianyar



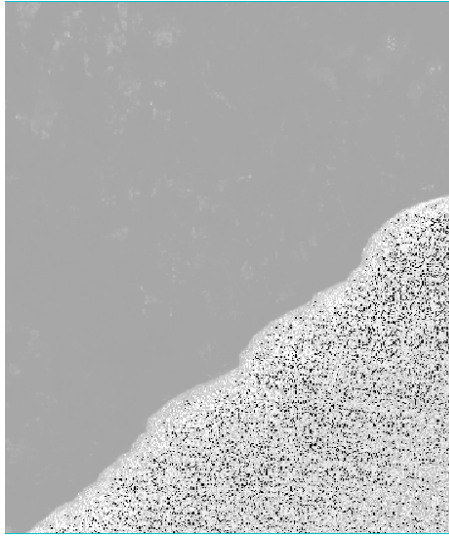
Gambar 4. 4. Citra Landsat 8 Wilayah Kab. Gianyar

Pada gambar 4.1 dan 4.2 merupakan citra yang belum dilakukan pemotongan, dimana citra tersebut meliputi sebagian besar wilayah Bali dengan kotak hijau yang menunjukkan daerah penelitian. Sedangkan di gambar 4.3 dan 4.4 merupakan citra yang sudah terpotong, dimana citra tersebut merupakan wilayah pesisir Kabupaten Gianyar yang meliputi Kecamatan Sukawati, Kecamatan Blahbatuh, dan Kecamatan Gianyar.

4.3 Pemisahan Daratan dan Lautan (*Band Ratio*)

Band ratio digunakan untuk memisahkan daratan dan lautan, agar menghasilkan garis pantai dari citra. Metode ini menggunakan nilai dari reflektan permukaan pada citra yang telah terkoreksi radiometrik. Pada penelitian ini, kedua citra yang digunakan merupakan level L1TP yang mana sudah terortorektifikasi dan terkoreksi radiometrik menggunakan GCP dari data GLS2000 serta DEM yang meliputi SRTM, NED, CDED, DTED, GTOPO 30, and GIMP (USGS 2017).

Formula yang digunakan pada metode ini adalah *band* hijau dibagi *band* SWIR-1, formula ini dapat mendeteksi garis pantai yang tertutup pasir dan tanah dimana pada studi kasus penelitian ini, pantai yang terdapat di Kabupaten Gianyar merupakan pantai yang tertutup pasir dan tanah. Formula pada Landsat 7 menggunakan *band* 2 dibagi *band* 5 dan pada Landsat 8 menggunakan *band* 3 dibagi *band* 6. Berikut ini adalah hasil penggunaan formula *band ratio* terhadap citra satelit Landsat 7 dan 8:



Gambar 4. 5. Hasil *Band Ratio* Citra Landsat 7

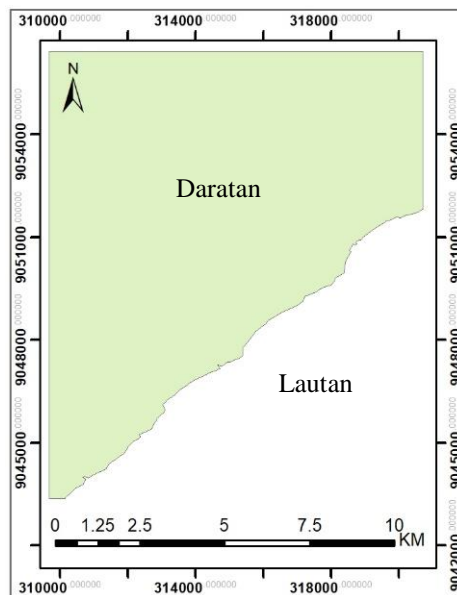


Gambar 4. 6. Hasil *Band Ratio* Citra Landsat 8

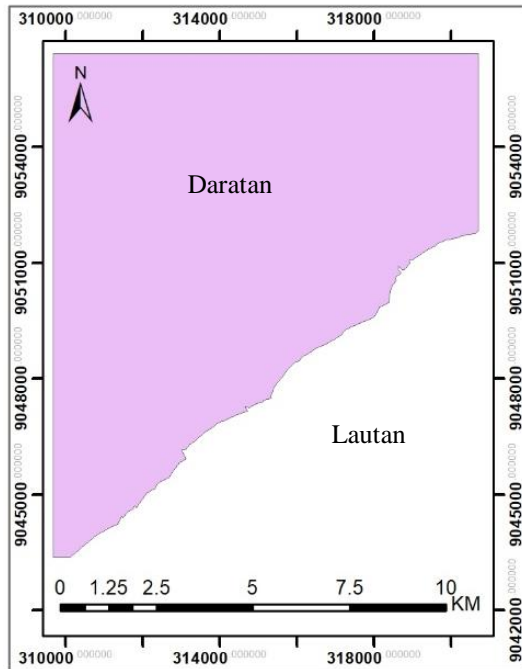
Pada gambar 4.5 dari Landsat 7 dihasilkan wilayah daratan yang berwarna abu-abu pekat, dan wilayah lautan yang berwarna titik-titik abu-abu. Sedangkan, pada gambar 4.6 dari Landsat 8 dihasilkan wilayah daratan yang berwarna hitam dan wilayah lautan yang berwarna putih. Dari proses ini, dapat dihasilkan garis pantai yang jelas.

4.4 Konversi Raster ke Vektor

Konversi raster ke vektor digunakan untuk mendapatkan garis pantai yang dapat dihitung dan dioverlay sehingga akan memudahkan dalam melakukan analisa perubahan garis pantai akibat abrasi dan pembuatan peta perubahan garis pantai akibat abrasi. Berikut ini adalah hasil dari konversi raster ke vektor pada citra satelit Landsat 7 tahun 2002 dan Landsat 8 tahun 2017:

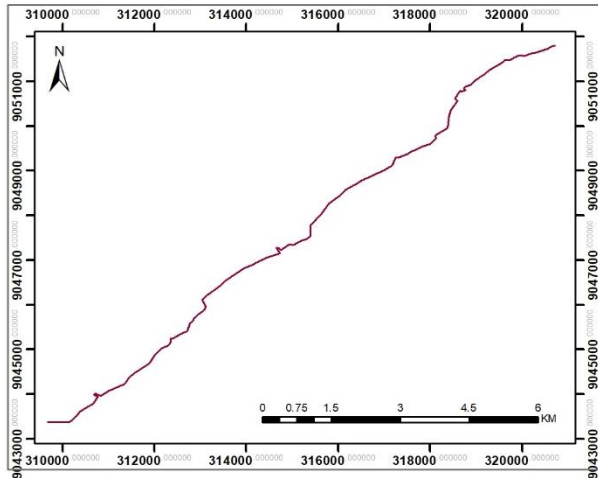


Gambar 4. 7. Vektor Polygon Landsat 7 Tahun 2002

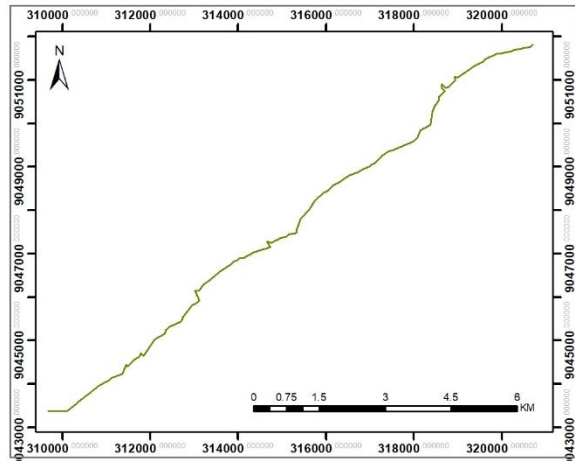


Gambar 4. 8. Vektor Poligon Landsat 8 Tahun 2017

Gambar 4.7 merupakan vektor poligon garis pantai dari citra satelit Landsat 7 tahun 2002, dan gambar 4.8 merupakan vektor poligon garis pantai dari citra satelit Landsat 8 tahun 2017. Vektor yang berbentuk poligon ini meliputi daerah tutupan lahan di pesisir pantai dan garis pantai sehingga harus diubah menjadi bentuk vektor garis agar dapat dihasilkan garis pantai Landsat 7 tahun 2002 dan garis pantai Landsat 8 tahun 2017. Berikut ini adalah hasil pemotongan vektor poligon menjadi vektor garis pantai:



Gambar 4. 9. Vektor Garis Landsat 7 Tahun 2002



Gambar 4. 10. Vektor Garis Landsat 8 Tahun 2017

Pada gambar 4.9 merupakan vektor garis pantai dari citra satelit Landsat 7 tahun 2002, dan gambar 4.10 merupakan vektor garis pantai dari citra satelit Landsat 8 tahun 2017.

4.5 Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai akibat abrasi di Kabupaten Gianyar dapat diketahui melalui citra satelit Landsat 7 tahun 2002 dan Landsat 8 tahun 2017 dengan menggunakan metode *band ratio* yang di konversi menjadi vektor, sehingga dapat diketahui luas abrasi yang terjadi.

Hasil pengolahan citra menunjukkan luas dari abrasi yang terjadi pada pesisir Kabupaten Gianyar berikut ini:

Tabel 4. 2. Luas Abrasi Pesisir Kabupaten Gianyar

Kabupaten	Kecamatan	Desa	Tahun 2002	Tahun 2017	Luas Abrasi (km ²)
			Luas (km ²)	Luas (km ²)	
Gianyar	Sukawati	Ketewel	6,311	6,256	0,065
		Sukawati	6,627	6,603	0,025
	Blahbatuh	Saba	6,240	6,226	0,015
		Pering	6,479	6,474	0,006
		Keramas	4,216	4,210	0,007
		Medahan	4,188	4,186	0,011
	Gianyar	Lebih	2,677	2,665	0,026
		Tulikup	5,703	5,665	0,040
Total			42,441	42,285	0,195

Hasil pengolahan citra satelit Landsat 7 tahun 2002 dan Landsat 8 tahun 2017 menunjukkan luas abrasi yang terjadi cukup besar dari tahun 2002 sampai 2017 adalah sebesar 0,195 km². Desa yang paling banyak terkena abrasi adalah Desa Ketewel sebesar 0,065 km² Desa Tulikup sebesar 0,040 km², Desa Lebih sebesar 0,026 km², Desa Sukawati sebesar 0,025 km², Desa Saba sebesar 0,015 km², Desa Medahan sebesar 0,011 km², Desa Keramas 0,007 km², dan yang paling sedikit terkena abrasi adalah Desa Pering sebesar 0,006 km². Perubahan garis pantai akibat abrasi terjadi murni karena faktor alam yaitu pantai yang terletak pada zona laut lepas.

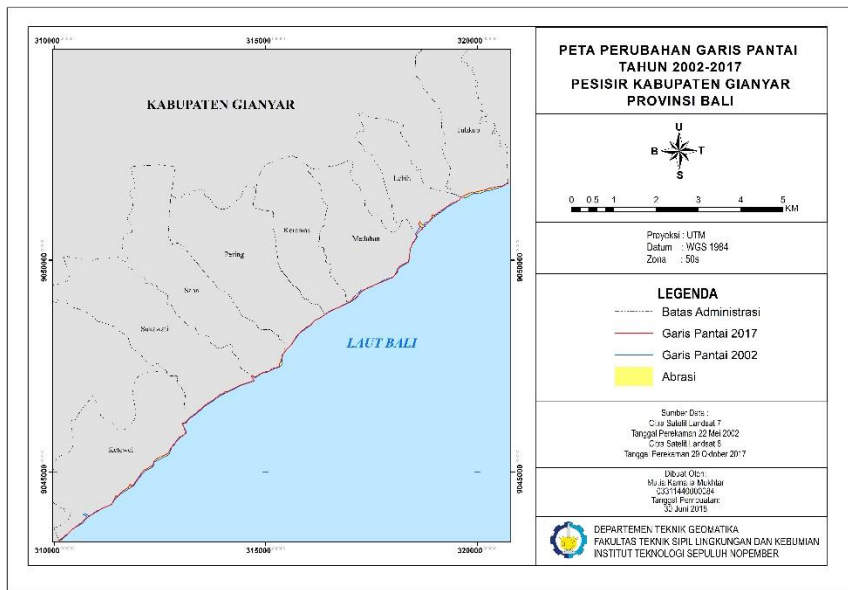
Abrasi yang terjadi di pantai Kabupaten Gianyar juga diikuti oleh terjadinya akresi. Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit landsat 7 dan landsat 8, akresi yang terjadi tidak menunjukkan hasil yang terlalu signifikan. Berikut ini adalah luas abrasi yang terjadi di sepanjang pantai Kabupaten Gianyar:

Tabel 4. 3. Luas Akresi Pesisir Kabupaten Gianyar

Kabupaten	Kecamatan	Desa	Tahun 2002	Tahun 2017	Luas Akresi (km ²)
			Luas (km ²)	Luas (km ²)	
Gianyar	Sukawati	Ketewel	6,311	6,256	0,010
		Sukawati	6,627	6,603	0,002
	Blahbatuh	Saba	6,240	6,226	0,001
		Pering	6,479	6,474	0,001
		Keramas	4,216	4,210	0,001
		Medahan	4,188	4,186	0,009
	Gianyar	Lebih	2,677	2,665	0,014
		Tulikup	5,703	5,665	0,001
Total			42,441	42,285	0,039

Total luas akresi yang terjadi di pesisir Kabupaten Gianyar adalah sebesar 0,039 km². Dengan akresi terbesar terjadi di Desa Lebih sebesar 0,014 km², Desa Ketewel sebesar 0,010 km², Desa Medahann sebesar 0,009 km², Desa Sukawati sebesar 0,002 km², dan desa yang terkena akresi terkecil adalah Desa Saba, Desa Pering, Desa Keramas dan Desa Tulikup masing-masing sebesar 0,001 km². Dengan demikian, perbandingan luas akresi adalah seperlima dari luas abrasi yang terjadi di pesisir Kabupaten Gianyar.

Perubahan garis pantai akibat abrasi dapat ditunjukkan melalui Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2017 yang disajikan pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2017

Penarikan garis pantai dari citra satelit juga mempertimbangkan faktor alam, salah satunya adalah pasang surut air laut. Peta perubahan garis pantai Kabupaten Gianyar tahun 2002-2017 pada gambar 4.11 sudah terkoreksi dari hasil perhitungan pasang surut air laut. Berikut ini merupakan perhitungan koreksi pasang surut:

Tabel 4. 4. Perhitungan Koreksi Pasang Surut

No.	Citra	Tanggal Akuisisi	Waktu	HHWL (m)	d (m)	m (m)	η (m)	β (°)	x (m)
1.	Landsat 7	22 Mei 2002	10:12	1,391	11,063	384,208	0,328	1,649	0,199
2.	Landsat 8	29 Oktober 2017	10:24	1,476	11,395	412,872	0,081	1,581	0,051

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2014, garis pantai yang digunakan untuk penarikan batas pengelolaan wilayah laut dan wilayah administrasi daerah adalah batas pertemuan antara bagian laut dan daratan pada saat terjadi air laut pasang tertinggi.

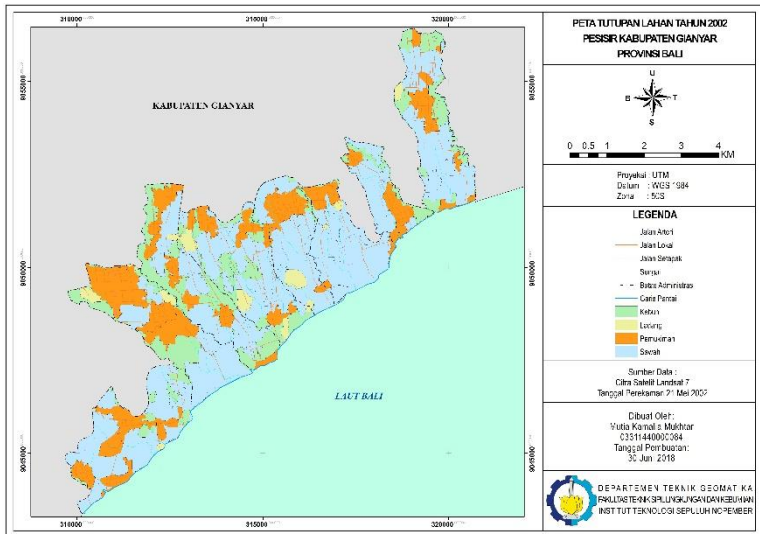
Penarikan garis pantai dilakukan dengan mengambil satu titik pada garis pantai yang diasumsikan bahwa kondisi air laut mengalami kenaikan yang sama, setelah itu dapat dihitung kemiringan pantai yang akan menghasilkan jarak pergeseran garis pantai hasil koreksi terhadap pasang surut (x) dengan rumus 2.4 dan 2.5. *Highest High Water Level* (HHWL) didapatkan dari perhitungan pasang surut dengan metode *least square*, nilai kedalaman (d) didapat dari kontur yang terdapat di Peta Lingkungan Pantai Kabupaten Gianyar yang dikoreksi dengan nilai bacaan pasang surut saat perekaman citra dan nilai HHWL.

Penarikan garis pantai tahun 2002 yang di dapat dari Landsat 7 ditarik kearah darat sebesar 0,199 m dan garis pantai tahun 2017 yang di dapat dari Landsat 8 ditarik kearah darat sebesar 0,051 m.

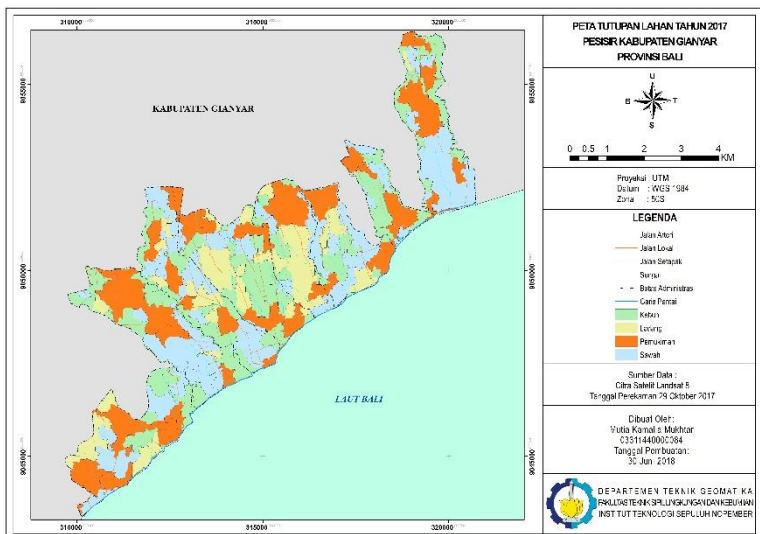
4.6 Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi *supervised* (terbimbing) digunakan untuk mengetahui tutupan lahan di sekitar pesisir pantai Kabupaten Gianyar, Bali. Daerah yang di klasifikasikan meliputi Desa Ketewel, Desa Sukawati, Desa Saba, Desa Pering, Desa Keramas, Desa Medahan, Desa Lebih, dan Desa Tulikup.

Klasifikasi menggunakan perangkat *maximum likelihood* yaitu klasifikasi yang berpedoman pada nilai piksel yang sudah dikategorikan obyeknya atau dibuat dalam training sampel untuk masing-masing obyek penutup lahan. Berikut ini adalah hasil klasifikasi tutupan lahan pada Landsat 7 tahun 2002 dan Landsat 8 tahun 2017:



Gambar 4. 12. Hasil Klasifikasi Landsat 7 Tahun 2002



Gambar 4. 13. Hasil Klasifikasi Landsat 8 Tahun 2017

Klasifikasi tutupan lahan pada gambar 4.13 merupakan hasil klasifikasi dari citra Landsat 7 tahun 2002 yang menunjukkan bahwa daerah pesisir didominasi oleh sawah sebesar 24,044 km². Sedangkan pada gambar 4.14 yang merupakan hasil klasifikasi dari citra Landsat 8 tahun 2017 menunjukkan bahwa daerah pesisir didominasi juga oleh sawah sebesar 13,370 km².

Uji akurasi tutupan lahan ini menggunakan data *ground truth* sebanyak 144 titik pada tahun 2018. Hasil uji akurasi tutupan lahan menggunakan matriks omisi dan komisi menunjukkan hasil sebesar 90,278% untuk klasifikasi pada citra Landsat 7 tahun 2002 dan 90,972% untuk klasifikasi pada citra Landsat 8 tahun 2017. Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan disekitar pesisir Kabupaten Gianyar dari tahun 2002 sampai tahun 2018 tidak signifikan. Berikut ini adalah luas masing-masing tutupan lahan dari tahun 2002 sampai 2017:

Tabel 4. 5. Luas Tutupan Lahan Tahun 2002

Kabupaten	Kecamatan	Desa	Tahun 2002			
			Pemukiman (km2)	Sawah (km2)	Kebun (km2)	Ladang (km2)
Gianyar	Sukawati	Ketewel	1,639	4,125	0,589	0,031
		Sukawati	2,539	2,502	1,315	0,270
	Blahbatuh	Saba	1,345	2,721	2,116	0,045
		Pering	1,044	3,435	1,486	0,500
		Keramas	0,853	2,908	0,170	0,276
		Medahan	0,529	3,514	0,075	0,067
	Gianyar	Lebih	0,744	1,470	0,446	0,000
		Tulikup	0,916	3,370	1,318	0,085
Total			9,610	24,044	7,514	1,274

Tabel 4. 6. Luas Tutupan Lahan Tahun 2017

Kabupaten	Kecamatan	Desa	Tahun 2017			
			Pemukiman (km ²)	Sawah (km ²)	Kebun (km ²)	Ladang (km ²)
Gianyar	Sukawati	Ketewel	2,352	1,637	1,095	1,207
		Sukawati	2,109	2,359	1,793	0,272
	Blahbatuh	Saba	1,083	2,573	1,731	0,921
		Pering	1,174	0,902	2,145	1,688
		Keramas	1,173	0,969	0,620	1,669
		Medahan	1,016	1,764	0,701	1,073
	Gianyar	Lebih	0,992	0,644	1,267	0,000
		Tulikup	1,314	2,523	1,449	0,069
Total			11,213	13,370	10,801	6,899

Tabel 4. 7. Luas Perbedaan Tutupan Lahan Tahun 2002-2017

Kelas	Neraca (km ²)
Pemukiman	+1,603
Sawah	-10,674
Kebun	+3,287
Ladang	+5,625

Berdasarkan tabel 4.6, terdapat beberapa perubahan luas tutupan lahan pada tahun 2002 sampai 2017. Perubahan ini terjadi akibat adanya perubahan fungsi lahan yang mana terjadi penambahan sebesar 1,603 km² untuk pemukiman, pengurangan sebesar 10,674 km² untuk sawah, penambahan sebesar 3,287 km² untuk kebun, dan penambahan sebesar 5,625 km² untuk ladang.

Perubahan tutupan lahan pada tahun 2002 sampai 2017 dapat dilihat pada gambar 4.14 yang meliputi perubahan kebun ke ladang, kebun ke pemukiman, kebun ke sawah, ladang ke kebun, ladang ke pemukiman, ladang ke sawah, sawah ke kebun, sawah ke ladang, dan sawah ke pemukiman. Perubahan yang paling dominan adalah dari sawah ke ladang sebesar 4,842 km² lalu dari sawah ke pemukiman sebesar 3,212 km², dari kebun ke sawah sebesar 2,147 km², dari kebun

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Perubahan Garis Pantai dan Tutupan Lahan Akibat Abrasi di Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali dengan Memanfaatkan Citra Satelit Multitemporal, maka didapatkan beberapa kesimpulan akhir yaitu:

1. Berdasarkan pengolahan citra satelit Landsat 7 dan 8 yang dilakukan dengan metode *band ratio*, dapat dibuat peta perubahan garis pantai Kabupaten Gianyar tahun 2002-2017. Hasil pengolahan citra satelit Landsat 7 dan 8 menunjukkan luas abrasi yang terjadi cukup besar dari tahun 2002 sampai 2017 adalah sebesar 0,195 km². Desa yang paling banyak terkena abrasi adalah Desa Ketewel sebesar 0,065 km² Desa Tulikup sebesar 0,040 km², Desa Lebih sebesar 0,026 km², Desa Sukawati sebesar 0,025 km², Desa Saba sebesar 0,015 km², Desa Medahan sebesar 0,011 km², Desa Keramas 0,007 km², dan yang paling sedikit terkena abrasi adalah Desa Pering sebesar 0,006 km². Perubahan garis pantai akibat abrasi terjadi murni karena faktor alam yaitu pantai yang terletak pada zona laut lepas.
2. Berdasarkan pengolahan citra satelit Landsat 7 dan 8 menggunakan klasifikasi *supervised*, dapat dibuat peta perubahan tutupan lahan pesisir Kabupaten Gianyar tahun 2002-2017. Perubahan ini terjadi akibat adanya perubahan fungsi lahan yang mana terjadi penambahan sebesar 1,603 km² untuk pemukiman, pengurangan sebesar 10,674 km² untuk sawah, penambahan sebesar 3,287 km² untuk kebun, dan penambahan sebesar 5,625 km² untuk ladang.

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diterapkan untuk penelitian selanjutnya:

1. Menggunakan citra satelit dengan resolusi tinggi agar dapat mendeteksi garis pantai dengan lebih baik.
2. Menggunakan citra satelit yang tanggal akuisisinya bersamaan dengan pengambilan uji lapangan agar hasil tutupan lahan lebih akurat.
3. Menggunakan data arus dan gelombang agar dapat mengetahui penyebab abrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alesheikh, dkk, 2007. *Coastline Change Detection Using Remote Sensing*, *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 4 (1): 61-66, 2007, ISSN: 1735-1472, © Winter 2007, IRSEN, CEERS, IAU.
- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., Witmer, R. E. 1976. "A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data", United States, Geological Survey Professional, hal. 964.
- Anugrahadi, A, dkk. 2012. Analisis Citra Aster GDEM untuk Mengetahui Slope di Daerah yang Terkena Abrasi dan Akresi. Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) ISOI IX (Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia) 21-23 Oktober 2012 di Mataram, Lombok.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Canada: WDL Publications
- Bambang Triatmodjo, 1999, Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bappeda. (2014). Gambaran Umum Kabupaten Gianyar < <https://bappeda.gianyarkab.go.id/index.php/baca-artikel/3/Gambaran-Umum-Kabupaten-Gianyar.html>> Dikunjungi pada 11 April 2018 pukul 14.15.
- Butler, M.J.A., M.C. Mouchot, V. B., and C Le Blanc. 1988. *The Application of Remote Sensing Technology to Marine Fisheries: An Introduction Manual*. FAO Fisheries Technical Paper.
- Chand, P., and Acharya, P. 2010. *Shoreline Change and Sea Level Rise Along Coast of Bhitarkanika Wildlife Sanctuary*,

Orissa: An Analytical Approach of Remote Sensing and Statistical Techniques. Int J Geom and Geosci.

- Chander, G., L. B. & Barsi, J. A., 2007. Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 4(3), pp. 490-494.
- Chang, C. I., dan Ren, H. 2000. An Experiment-Based Quantitative and Comparative Analysis of Target Detection and Image Classification Algorithms for Hyperspectral Imagery. *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*.
- Dahuri R, Rais Y, Putra S. G., Sitepu, M.J. 2001. Pengelolaan Sumber daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Dalpan, Endi. 2015. Analisis Pasang Surut Di Dermaga Sungai Enam Kijang Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau, Skripsi. Tanjungpinang: Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Nugroho, D. H., 2003. Kajian Kedudukan Garis Pantai Untuk Penentuan Batas Wilayah Laut Provinsi, Kabupaten dan Kota Menurut UU. 22 Tahun 1999 (Studi Kasus : Provinsi DKI Jakarta). Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor : tidak diterbitkan.
- Gao, B.C., 1996. *NDWI A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space*. *Remote Sensing of Environment*, 58, 257-266.
- Hutabarat, S & Evans, S. M. 1985. Pengantar oseanografi. Jakarta: UI-Press.

- International Oceanographic Commission. 1985. *Manual on Sea Level Measurement and Interpretation Volume I-Basic Procedures*. Manual and Guides.
- Kusumowidagdo, M., dkk. 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Semarang: LAPAN dan UNNES.
- Lestari, I. D., Crysta, E. A. 2017. Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Citra Satelit Landsat (Studi Kasus: Kabupaten Kebumen, Purworejo, Kulon Progo, dan Bantul Tahun 2002-2016). Surabaya: Laporan Kerja Praktek Jurusan Teknik Geomatika.
- Lillesand dan Kiefer, 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mather, P. M. 1987. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*. An Introduction, 1st Edition, Wiley, Chichester.
- McFeeters, S. K. 1996. *The Use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features*. International Journal of Remote Sensing, 17(7), 1425-1432.
- Mulyadi, dkk. 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Moore, K. J., 2000. *Shoreline Mapping Techniques*. Journal Coastal Res 16 (1), 111-124.
- Nugraha, I. N. J., dkk. 2016. Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat Dipesisir Tenggara Bali (Studi Kasus Kabupaten Gianyar Dan Klungkung). Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana: Prosiding Seminar Kelautan 2016.

- NOAA. 2007. *NOAA's National Ocean Service Education: Tides and Water Levels*. 26 September 2007.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Cetakan ketiga. Penerbit Djambatan, Jakarta: 367 hal.
- Ongkosongo, O. S. R., 1989, *Asean-Australia Cooperative Program on Marine Science Project I: Tides and Tidal Phenomena*: Pasang surut, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Open University, 1993. *Waves, Tides, and Shallow Water Processes*. Pergamon Press. 368 pages.
- Permatasari, I. N., dan Prasita, V. D. 2017. Perubahan Delta Di Muara Sungai Porong, Sidoarjo Pasca Pembuangan Lumpur Lapindo. Seminar Nasional Kelautan XII. Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah.
- Pethick, 1997. *An Introduction to Coastal Geomorphology*. Edward Arnold a Division of Holder and Stoughton, London. 260 Pages.
- Poerbandono. (1999). Hidrografi Dasar. Jurusan Teknik Geodesi. Institut Teknologi Bandung.
- Poerbandono dan Eka Djunarsjah. 2005. Survei Hidrografi. Bandung: Refika Aditama.
- Putra, A., dkk. 2013. Analisa Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Timur Laut Bali Dengan Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh (Studi Kasus Lokasi Situs Kapal Usat Liberty, Tulamben). Padang: Jurnal BPOL.

- Purwadhi, F., dan Hardiyanti, S. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta : PT Grasindo.
- Rais, J., dkk. 2004. Menata Ruang Laut Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2014. “Undang-Undang No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah”. Lembaran Negara RI Tahun 2014, No. 244. Sekretarian Negara. Jakarta.
- Setyadi, B. 2005. Hitung Perataan Kuadrat Terkecil. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Soenarmo, S. H., 2009. Penginderaan Jauh dan Pengenalan Sistem Informasi Geografis untuk Bidang Ilmu Kebumian. Bandung: Penerbit ITB Bandung.
- Sukojo, B. M., 2012. Penginderaan Jauh (Dasar Teori dan Terapan). ITSPRESS : Surabaya.
- Suryanegara, D. 2015. Analisis Citra Satelit Untuk Perubahan Garis Pantai Pada Ekosistem Mangrove di Kec. Kema, Kab. Minahasa Utara. Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut Direktorat Pembinaan Sarjana Program Studi S-1 Hidrografi Surabaya : tidak diterbitkan.
- Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh Jilid 2. Gadjah Mada. University Press. Jogjakarta.
- Sutikno. 1993. "Karakteristik Bentuk dan Geologi di Indonesia". Yogyakarta: Diklat PU Wil III. Dirjen Pengairan DPU.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Tuman. 2001, “Overview of GIS”.
<<http://www.gisdevelopment.net/tutorials/>

tuman006.htm> Dikunjungi pada 11 April 2018, Pukul 21:00.

Undang-Undang Republik Indonesia No. 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2014 Tentang Pemerintahan Daerah.

[USACE] United States Army Corps of Engineers. 2003. *Coastal Hydrodynamics Part II, Coastal Sediment Processes Part III*. Department of the Army. US Army Corps of Engineers. Washington DC.

USGS. 2001. *Landsat 7 Science Data Users Handbook*. South Dakota. Department of the Interior U.S Geological Survey.

USGS. 2013. <<https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>> Dikunjungi pada 11 April 2018, Pukul 21:34.

USGS. 2017. Landsat Collection 1 Level 1 Product Definition.

Vermote EF, Tanre D, Deuze JL, Herman M, Morcette JJ. 1997. Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: an overview. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 35, No. 3, 675–686.

Vreugdenhil, C. B. 1999. *Transport Problems in Shallow Water Battleneeks and Appropriate Modeling*. Twente University, Department of Civil Engineering and Management, Seminar on Sediment Transport Modelling.

- Winarso, G., Joko, H., dan Arifin, S. 2009. Kajian Penggunaan Data Inderaja Untuk Pemetaan Garis Pantai (Studi Kasus Pantai Utara Jakarta). *Jurnal Penginderaan Jauh*. (6), 65-72.
- Winarso, G., Budhiman, S., dan Judijanto, 2001. *The Potential Application of Remote sensing Data for Coastal Study. Proceeding on 22nd Asian Conference on Remote Sensing*. Singapura: CRISP NUS and Asian Association on Remote Sensing.
- Wiweka, dkk. 2014. Pengembangan Model Identifikasi Daerah Tergenang (Inundated Area) Menggunakan Data Landsat-8. Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014. Bogor.
- Zhang, C., Han, M. 2015. *Mapping Chlorophyll-A Concentration in Laizhou Bay Using Landsat 8 OLI Data*. E-proceedings of the 36th IAHR World Congress. 28 June – 3 July. The Hague, the Netherlands.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

1. Data Titik Sampel

No.	X	Y	Keterangan
1	312845,714	9045949,022	Kebun
2	311925,300	9045723,267	Kebun
3	312046,359	9045704,229	Kebun
4	312177,683	9045752,153	Kebun
5	319494,612	9056088,862	Kebun
6	319536,153	9055927,122	Kebun
7	319417,689	9054760,894	Kebun
8	319588,818	9054260,158	Kebun
9	320046,105	9053152,679	Kebun
10	320122,730	9051960,954	Kebun
11	318988,960	9051394,596	Kebun
12	312692,282	9047009,142	Kebun
13	311974,064	9048974,703	Kebun
14	312507,801	9051588,772	Kebun
15	314515,595	9048303,644	Kebun
16	315086,039	9047946,804	Kebun
17	315116,261	9047958,33	Kebun
18	314740,138	9047355,004	Kebun
19	315507,413	9048147,516	Kebun
20	315354,793	9048211,334	Kebun
21	315532,223	9050983,147	Kebun
22	312194,000	9045154,633	Ladang
23	312292,791	9051169,291	Ladang
24	312401,561	9050696,161	Ladang
25	312952,240	9049695,43	Ladang
26	313812,575	9049137,591	Ladang
27	316242,418	9049053,358	Ladang
28	316041,205	9049553,62	Ladang
29	318327,384	9050493,125	Ladang

No.	X	Y	Keterangan
30	317016,226	9051603,439	Ladang
31	316649,629	9051047,843	Ladang
32	315993,760	9049782,136	Ladang
33	312571,583	9045812,865	Pemukiman
34	311095,301	9045097,389	Pemukiman
35	312119,441	9045827,765	Pemukiman
36	311219,479	9045755,377	Pemukiman
37	311218,357	9045760,684	Pemukiman
38	310904,018	9044335,449	Pemukiman
39	313957,816	9047009,01	Pemukiman
40	312739,069	9046168,208	Pemukiman
41	312197,643	9045423,084	Pemukiman
42	311417,796	9044710,17	Pemukiman
43	319052,794	9055987,78	Pemukiman
44	319056,344	9056367,483	Pemukiman
45	319183,203	9056077,257	Pemukiman
46	319682,272	9055920,113	Pemukiman
47	319260,632	9055215,457	Pemukiman
48	319412,947	9055150,852	Pemukiman
49	319406,778	9054972,092	Pemukiman
50	319449,548	9054597,342	Pemukiman
51	319452,181	9054132,832	Pemukiman
52	320170,508	9053022,81	Pemukiman
53	320252,650	9052707,836	Pemukiman
54	320090,895	9052119,648	Pemukiman
55	318893,096	9051313,56	Pemukiman
56	318740,906	9051480,805	Pemukiman
57	318401,454	9051775,641	Pemukiman
58	317730,740	9052737,97	Pemukiman
59	317284,465	9053064,203	Pemukiman
60	318935,323	9051556,071	Pemukiman
61	318792,981	9051324,525	Pemukiman
62	318599,190	9051155,36	Pemukiman

No.	X	Y	Keterangan
63	318518,441	9050990,435	Pemukiman
64	309895,993	9044603,206	Pemukiman
65	310223,388	9044568,633	Pemukiman
66	310378,704	9044251,012	Pemukiman
67	310670,042	9044962,409	Pemukiman
68	311361,173	9045895,715	Pemukiman
69	311480,566	9045806,213	Pemukiman
70	310870,763	9048327,041	Pemukiman
71	311015,590	9048678,081	Pemukiman
72	311030,607	9049232,727	Pemukiman
73	311069,591	9049624,222	Pemukiman
74	311209,459	9049363,597	Pemukiman
75	311327,211	9049075,664	Pemukiman
76	312203,985	9048538,835	Pemukiman
77	312752,751	9048534,315	Pemukiman
78	313080,759	9048194,109	Pemukiman
79	312533,291	9051848,141	Pemukiman
80	312059,769	9051012,192	Pemukiman
81	312720,241	9049608,906	Pemukiman
82	313012,929	9049018,474	Pemukiman
83	313947,944	9048721,213	Pemukiman
84	314720,097	9047432,891	Pemukiman
85	315868,348	9048905,176	Pemukiman
86	315241,772	9048757,211	Pemukiman
87	315093,155	9050717,654	Pemukiman
88	314699,071	9051115,426	Pemukiman
89	313527,804	9051105,295	Pemukiman
90	315658,761	9052031,209	Pemukiman
91	315754,564	9051621,626	Pemukiman
92	315441,896	9051374,286	Pemukiman
93	316442,797	9049372,878	Pemukiman
94	318353,002	9050653,058	Pemukiman
95	316845,681	9051888,381	Pemukiman

No.	X	Y	Keterangan
96	316631,704	9051778,738	Pemukiman
97	316502,416	9051764,679	Pemukiman
98	311035,948	9046277,165	Sawah
99	310795,004	9044053,134	Sawah
100	310341,945	9043862,064	Sawah
101	310325,041	9043730,035	Sawah
102	313875,318	9047195,783	Sawah
103	313334,246	9047132,45	Sawah
104	311391,216	9044843,439	Sawah
105	319063,967	9055715,305	Sawah
106	319403,403	9055791,182	Sawah
107	319402,194	9055788,971	Sawah
108	319791,672	9053958,204	Sawah
109	319483,226	9053668,554	Sawah
110	319748,088	9053386,1	Sawah
111	320391,356	9052475,062	Sawah
112	320492,596	9052249,425	Sawah
113	320467,556	9051977,02	Sawah
114	319346,201	9051493,019	Sawah
115	318275,121	9052098,387	Sawah
116	318040,592	9052569,978	Sawah
117	318772,213	9051315,258	Sawah
118	310543,782	9044500,615	Sawah
119	310619,342	9044783,003	Sawah
120	312722,541	9046641,303	Sawah
121	312503,520	9048587,505	Sawah
122	313353,206	9047896,133	Sawah
123	312457,120	9051398,303	Sawah
124	312957,157	9049456,323	Sawah
125	313365,362	9049028,222	Sawah
126	314364,386	9048517,769	Sawah
127	314698,617	9047661,521	Sawah
128	316358,900	9048719,847	Sawah

No.	X	Y	Keterangan
129	315249,895	9048886,988	Sawah
130	314328,420	9051063,144	Sawah
131	314184,821	9051074,676	Sawah
132	311399,734	9053496,188	Sawah
133	315787,945	9050530,347	Sawah
134	316120,200	9049311,409	Sawah
135	317413,883	9049864,287	Sawah
136	316611,079	9049380,573	Sawah
137	316728,344	9049169,946	Sawah
138	318000,575	9050409,433	Sawah
139	317774,296	9050092,249	Sawah
140	317639,762	9050606,403	Sawah
141	317456,818	9050678,831	Sawah
142	316665,039	9051402,833	Sawah
143	316587,726	9050522,547	Sawah
144	316694,790	9049975,976	Sawah

2. Matriks Omisi Komisi Tutupan Lahan

Tahun 2002

No	Klasifikasi Supervised	Hasil Interpretasi				Total	Omis i	MA(%)
		Pemukiman	Sawah	Kebun	Ladang			
1	Pemukiman	61	3	1	0	65	4	89,706
2	Sawah	2	44	1	0	47	3	81,481
3	Kebun	1	1	19	0	21	2	82,609
4	Ladang	0	3	2	6	11	5	54,545
Total/KH		64	51	23	6	144	14	90,278
Komisi		3	7	2	0	12		
Overall Accuracy		90,278						

Tahun 2017

No	Klasifikasi Supervised	Hasil Interpretasi				Total	Omisi	MA(%)
		Pemukiman	Sawah	Kebun	Ladang			
1	Pemukiman	62	2	1	0	65	3	87,324
2	Sawah	5	39	1	2	47	8	78,000
3	Kebun	0	1	20	0	21	1	86,957
4	Ladang	1	0	0	10	11	1	76,923
Total/KH		68	42	22	12	144	13	90,972
Komisi		6	3	2	2	13		
Overall Accuracy		90,972						

3. Perhitungan Pasang Surut 22 Mei 2002

No	Date	Jam																							
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
1	16-May-17	-0,025	0,344	0,707	0,971	1,063	0,949	0,645	0,211	-0,262	-0,674	-0,943	-1,02	-0,903	-0,635	-0,292	0,037	0,272	0,364	0,306	0,132	-0,092	-0,287	-0,382	-0,335
2	17-May-17	-0,141	0,16	0,501	0,795	0,968	0,968	0,784	0,449	0,03	-0,388	-0,72	-0,903	-0,912	-0,76	-0,498	-0,197	0,066	0,233	0,274	0,196	0,038	-0,137	-0,265	-0,294
3	18-May-17	-0,2	0,006	0,282	0,563	0,78	0,874	0,815	0,607	0,287	-0,083	-0,429	-0,685	-0,808	-0,785	-0,635	-0,406	-0,158	0,051	0,177	0,202	0,138	0,019	-0,104	-0,183
4	19-May-17	-0,182	-0,087	0,088	0,307	0,517	0,667	0,716	0,642	0,455	0,185	-0,117	-0,394	-0,597	-0,693	-0,672	-0,551	-0,363	-0,156	0,024	0,145	0,188	0,16	0,084	-0,006
5	20-May-17	-0,073	-0,088	-0,038	0,072	0,22	0,37	0,484	0,529	0,486	0,356	0,155	-0,08	-0,309	-0,49	-0,591	-0,596	-0,51	-0,354	-0,162	0,026	0,174	0,258	0,269	0,216
6	21-May-17	0,123	0,022	-0,055	-0,084	-0,053	0,032	0,149	0,268	0,353	0,376	0,321	0,189	0,002	-0,207	-0,396	-0,524	-0,562	-0,501	-0,35	-0,139	0,087	0,284	0,41	0,442
7	22-May-17	0,378	0,239	0,061	-0,11	-0,231	-0,271	-0,222	-0,098	0,066	0,223	0,328	0,346	0,265	0,097	-0,122	-0,339	-0,501	-0,561	-0,5	-0,322	-0,063	0,222	0,469	0,621
8	23-May-17	0,642	0,526	0,301	0,018	-0,257	-0,458	-0,542	-0,49	-0,322	-0,084	0,159	0,341	0,412	0,351	0,172	-0,078	-0,331	-0,515	-0,574	-0,482	-0,248	0,078	0,422	0,702
9	24-May-17	0,848	0,819	0,617	0,282	-0,111	-0,474	-0,725	-0,812	-0,72	-0,479	-0,156	0,164	0,398	0,488	0,414	0,201	-0,087	-0,366	-0,55	-0,578	-0,427	-0,121	0,271	0,657
10	25-May-17	0,939	1,043	0,932	0,623	0,179	-0,304	-0,719	-0,978	-1,027	-0,866	-0,544	-0,147	0,222	0,472	0,545	0,432	0,174	-0,145	-0,428	-0,583	-0,552	-0,326	0,051	0,491
11	26-May-17	0,887	1,135	1,163	0,953	0,539	0,009	-0,524	-0,945	-1,166	-1,147	-0,906	-0,513	-0,071	0,307	0,532	0,558	0,392	0,096	-0,233	-0,491	-0,589	-0,483	-0,183	0,247
12	27-May-17	0,703	1,07	1,249	1,184	0,875	0,382	-0,194	-0,728	-1,107	-1,256	-1,155	-0,843	-0,408	0,038	0,385	0,553	0,516	0,302	-0,013	-0,324	-0,528	-0,552	-0,37	-0,013
13	28-May-17	0,437	0,869	1,173	1,263	1,103	0,717	0,181	-0,39	-0,876	-1,177	-1,238	-1,061	-0,704	-0,264	0,146	0,429	0,525	0,427	0,183	-0,123	-0,387	-0,52	-0,466	-0,224
14	29-May-17	0,158	0,59	0,963	1,179	1,174	0,936	0,508	-0,023	-0,544	-0,947	-1,152	-1,127	-0,896	-0,528	-0,122	0,223	0,426	0,452	0,312	0,065	-0,203	-0,401	-0,457	-0,341
15	30-May-17	-0,067	0,303	0,681	0,97	1,091	1,004	0,718	0,289	-0,195	-0,633	-0,935	-1,046	-0,956	-0,703	-0,358	-0,011	0,255	0,383	0,357	0,202	-0,019	-0,23	-0,357	-0,35

No	Symbol	Parameter		Aplitulo meter	Phase der/jam	Phase rad/jam
		S0	A B			
0	S0	-0,0003		0,000		
1	M2		-0,5371	0,0574	173,903	3,0352
2	S2		-0,1847	-0,1360	0,229	216,377
3	N2		0,0544	-0,1009	0,115	298,334
4	K2		0,0189	-0,1032	0,105	280,375
5	K1		0,1484	-0,1447	0,207	315,712
6	O1		0,1324	-0,1300	0,186	315,514
7	P1		0,1162	-0,0432	0,124	339,622
8	M4		0,0001	0,0001	0,000	28,330
9	MS4		0,0001	0,0001	0,000	34,353

4. Perhitungan Pasang Surut 29 Oktober 2017

No	Date	Jam																							
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
1	16-Oct-17	0,458	0,348	0,146	-0,108	-0,359	-0,549	-0,632	-0,586	-0,419	-0,169	0,108	0,347	0,492	0,51	0,401	0,195	-0,052	-0,275	-0,413	-0,427	-0,311	-0,093	0,17	0,409
2	17-Oct-17	0,557	0,569	0,434	0,179	-0,137	-0,437	-0,647	-0,711	-0,61	-0,364	-0,031	0,308	0,571	0,692	0,641	0,432	0,118	-0,221	-0,497	-0,64	-0,612	-0,419	-0,113	0,229
3	18-Oct-17	0,514	0,666	0,642	0,445	0,122	-0,245	-0,562	-0,743	-0,739	-0,545	-0,206	0,196	0,56	0,793	0,836	0,675	0,348	-0,063	-0,456	-0,734	-0,827	-0,714	-0,425	-0,036
4	19-Oct-17	0,351	0,636	0,743	0,645	0,368	-0,015	-0,4	-0,685	-0,79	-0,681	-0,381	0,038	0,47	0,805	0,956	0,88	0,592	0,16	-0,312	-0,707	-0,931	-0,93	-0,71	-0,33
5	20-Oct-17	0,11	0,496	0,729	0,751	0,561	0,213	-0,197	-0,555	-0,76	-0,753	-0,527	-0,135	0,325	0,736	0,99	1,018	0,807	0,403	-0,097	-0,575	-0,916	-1,041	-0,926	-0,604
6	21-Oct-17	-0,165	0,279	0,614	0,756	0,676	0,401	0,013	-0,379	-0,663	-0,754	-0,622	-0,293	0,152	0,601	0,938	1,071	0,961	0,628	0,147	-0,368	-0,795	-1,038	-1,042	-0,817
7	22-Oct-17	-0,426	0,026	0,424	0,667	0,7	0,524	0,195	-0,188	-0,515	-0,69	-0,655	-0,413	-0,019	0,428	0,814	1,036	1,033	0,797	0,38	-0,123	-0,595	-0,928	-1,049	-0,939
8	23-Oct-17	-0,635	-0,221	0,193	0,503	0,636	0,566	0,325	-0,012	-0,344	-0,571	-0,623	-0,476	-0,161	0,246	0,642	0,924	1,016	0,888	0,564	0,116	-0,353	-0,738	-0,953	-0,957
9	24-Oct-17	-0,762	-0,426	-0,04	0,295	0,499	0,527	0,385	0,123	-0,176	-0,421	-0,534	-0,476	-0,252	0,085	0,453	0,758	0,919	0,891	0,674	0,313	-0,11	-0,502	-0,775	-0,877
10	25-Oct-17	-0,794	-0,559	-0,24	0,077	0,314	0,418	0,371	0,2	-0,036	-0,262	-0,404	-0,415	-0,281	-0,03	0,279	0,568	0,764	0,813	0,699	0,441	0,097	-0,259	-0,551	-0,719
11	26-Oct-17	-0,735	-0,609	-0,38	-0,12	0,112	0,258	0,29	0,211	0,057	-0,118	-0,255	-0,306	-0,248	-0,086	0,142	0,384	0,577	0,673	0,643	0,489	0,243	-0,045	-0,315	-0,512
12	27-Oct-17	-0,602	-0,576	-0,45	-0,27	-0,079	0,074	0,158	0,161	0,095	-0,008	-0,109	-0,17	-0,163	-0,082	0,059	0,229	0,387	0,494	0,522	0,459	0,315	0,117	-0,096	-0,285
13	28-Oct-17	-0,416	-0,471	-0,45	-0,361	-0,238	-0,109	-0,003	0,061	0,079	0,059	0,018	-0,022	-0,04	-0,023	0,032	0,116	0,211	0,297	0,35	0,357	0,31	0,214	0,083	-0,063
14	29-Oct-17	-0,2	-0,308	-0,37	-0,371	-0,384	-0,347	-0,272	-0,175	-0,073	0,016	0,081	0,116	0,122	0,107	0,082	0,06	0,052	0,064	0,097	0,143	0,191	0,226	0,233	0,203
15	30-Oct-17	0,024	-0,103	-0,23	-0,335	-0,395	-0,397	-0,338	-0,228	-0,087	0,058	0,18	0,254	0,27	0,229	0,147	0,048	-0,039	-0,089	-0,086	-0,031	0,061	0,164	0,244	0,274

Symbol	Parameter		Aplitulo	Phase	Phase
	S0	A	meter	der/jam	rad/jam
S0	-0,0012		-0,001		
M2		0,5343	0,1677	17,426	0,3041
S2		-0,3032	0,409	222,182	3,8778
N2		0,0641	0,071	334,187	5,8327
K2		0,0827	0,094	331,560	5,7868
K1		0,0314	0,160	78,675	1,3731
O1		0,1169	0,118	8,726	0,1523
P1		-0,1330	0,135	190,802	3,3301
M4		0,0007	0,001	352,359	6,1498
MS4		0,0004	0,0003	33,509	0,5848

5. Citra Landsat 7 Tanggal Akuisisi 22 Mei 2002

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S.
Geological Survey"
    REQUEST_ID = "0501701291194_19511"
    LANDSAT_SCENE_ID = "LE71160662002141DKI00"
    LANDSAT_PRODUCT_ID =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1"
    COLLECTION_NUMBER = 01
    FILE_DATE = 2017-01-30T00:17:42Z
    STATION_ID = "DKI"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_12.8.3"
    DATA_CATEGORY = "NOMINAL"
  END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1TP"
  COLLECTION_CATEGORY = "T1"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  EPHEMERIS_TYPE = "DEFINITIVE"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_7"
  SENSOR_ID = "ETM"
  SENSOR_MODE = "SAM"
  WRS_PATH = 116
  WRS_ROW = 066
  DATE_ACQUIRED = 2002-05-21
  SCENE_CENTER_TIME = "02:12:30.4101065Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -7.72381
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 114.78420
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -7.72955
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 116.90569
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -9.61374
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 114.77309
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -9.62090
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 116.90521
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 255600.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -854400.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 489600.000
```

```

CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -854400.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 255600.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
1063500.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 489600.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
1063500.000
PANCHROMATIC_LINES = 13941
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15601
REFLECTIVE_LINES = 6971
REFLECTIVE_SAMPLES = 7801
THERMAL_LINES = 6971
THERMAL_SAMPLES = 7801
FILE_NAME_BAND_1 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B1.TIF
"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B2.TIF
"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B3.TIF
"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B4.TIF
"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B5.TIF
"
FILE_NAME_BAND_6_VCID_1 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B6_VCI
D_1.TIF"
FILE_NAME_BAND_6_VCID_2 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B6_VCI
D_2.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B7.TIF
"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_B8.TIF
"

```

```
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_BQA.TIF"

GROUND_CONTROL_POINT_FILE_NAME =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_GCP.txt"

ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_ANG.txt"

METADATA_FILE_NAME =
"LE07_L1TP_116066_20020521_20170130_01_T1_MTL.txt"

CPF_NAME = "LE07CPF_20020401_20020630_01.02"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 4.00
CLOUD_COVER_LAND = 4.00
IMAGE_QUALITY = 9
SUN_AZIMUTH = 45.56026392
SUN_ELEVATION = 48.64068570
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0120662
SATURATION_BAND_1 = "Y"
SATURATION_BAND_2 = "Y"
SATURATION_BAND_3 = "Y"
SATURATION_BAND_4 = "Y"
SATURATION_BAND_5 = "Y"
SATURATION_BAND_6_VCID_1 = "N"
SATURATION_BAND_6_VCID_2 = "N"
SATURATION_BAND_7 = "Y"
SATURATION_BAND_8 = "N"
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 119
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 4.839
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 3.362
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 3.481
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 191.600
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -6.200
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 196.500
```

```
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -6.400
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 152.900
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -5.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 241.100
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -5.100
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 31.060
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -1.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6_VCID_1 = 17.040
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6_VCID_1 = 0.000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6_VCID_2 = 12.650
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6_VCID_2 = 3.200
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 10.800
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.350
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 243.100
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -4.700
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 0.302821
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.009799
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 0.340684
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.011096
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 0.322630
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.010550
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 0.724395
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.015323
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 0.451024
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.014521
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 0.427150
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.013843
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 0.593073
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.011466
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 255
```

```

QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6_VCID_1 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6_VCID_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6_VCID_2 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6_VCID_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 255
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
    CORRECTION_GAIN_BAND_1 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_2 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_3 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_4 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_5 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_1 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_6_VCID_2 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_7 = "CPF"
    CORRECTION_GAIN_BAND_8 = "CPF"
    CORRECTION_BIAS_BAND_1 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_2 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_3 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_4 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_5 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_1 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_6_VCID_2 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_7 =
"INTERNAL_CALIBRATION"
    CORRECTION_BIAS_BAND_8 =
"INTERNAL_CALIBRATION"

```

```
GAIN_BAND_1 = "H"
GAIN_BAND_2 = "H"
GAIN_BAND_3 = "H"
GAIN_BAND_4 = "L"
GAIN_BAND_5 = "H"
GAIN_BAND_6_VCID_1 = "L"
GAIN_BAND_6_VCID_2 = "H"
GAIN_BAND_7 = "H"
GAIN_BAND_8 = "L"
GAIN_CHANGE_BAND_1 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_2 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_3 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_4 = "LL"
GAIN_CHANGE_BAND_5 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_1 = "LL"
GAIN_CHANGE_BAND_6_VCID_2 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_7 = "HH"
GAIN_CHANGE_BAND_8 = "LL"
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_3 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_4 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_5 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_1 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_6_VCID_2 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_7 = 0
GAIN_CHANGE_SCAN_BAND_8 = 0
END_GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 7.7874E-01
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 7.9882E-01
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 6.2165E-01
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.6929E-01
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 1.2622E-01
RADIANCE_MULT_BAND_6_VCID_1 = 6.7087E-02
RADIANCE_MULT_BAND_6_VCID_2 = 3.7205E-02
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.3898E-02
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 9.7559E-01
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -6.97874
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -7.19882
```



```
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -5.62165
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -6.06929
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -1.12622
RADIANCE_ADD_BAND_6_VCID_1 = -0.06709
RADIANCE_ADD_BAND_6_VCID_2 = 3.16280
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -0.39390
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -5.67559
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 1.2308E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 1.3850E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 1.3117E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.9123E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 1.8329E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 1.7362E-03
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.3801E-03
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.011030
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.012481
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.011862
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.018235
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.016354
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.015579
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.013846
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = THERMAL_CONSTANTS
  K1_CONSTANT_BAND_6_VCID_1 = 666.09
  K2_CONSTANT_BAND_6_VCID_1 = 1282.71
  K1_CONSTANT_BAND_6_VCID_2 = 666.09
  K2_CONSTANT_BAND_6_VCID_2 = 1282.71
END_GROUP = THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
  MAP_PROJECTION = "UTM"
  DATUM = "WGS84"
  ELLIPSOID = "WGS84"
  UTM_ZONE = 50
  GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
  GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
  GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
  ORIENTATION = "NORTH_UP"
  RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
```

END

6. Citra Landsat 8 Tanggal Akuisisi 29 Oktober 2017

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S.
Geological Survey"
    REQUEST_ID = "0701711065756_00021"
    LANDSAT_SCENE_ID = "LC81160662017302LGN00"
    LANDSAT_PRODUCT_ID =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1"
    COLLECTION_NUMBER = 01
    FILE_DATE = 2017-11-09T00:40:09Z
    STATION_ID = "LGN"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_13.0.0"
  END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
  GROUP = PRODUCT_METADATA
    DATA_TYPE = "L1TP"
    COLLECTION_CATEGORY = "T1"
    ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
    OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
    SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
    SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
    WRS_PATH = 116
    WRS_ROW = 66
    NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
    TARGET_WRS_PATH = 116
    TARGET_WRS_ROW = 66
    DATE_ACQUIRED = 2017-10-29
    SCENE_CENTER_TIME = "02:24:06.3374150Z"
    CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -7.62648
    CORNER_UL_LON_PRODUCT = 114.84178
    CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -7.63185
    CORNER_UR_LON_PRODUCT = 116.90571
    CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -9.72256
    CORNER_LL_LON_PRODUCT = 114.82977
    CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -9.72944
    CORNER_LR_LON_PRODUCT = 116.90518
    CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 261900.000
```

```
CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -843600.000
CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 489600.000
CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -843600.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 261900.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
1075500.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 489600.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
1075500.000
PANCHROMATIC_LINES = 15461
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15181
REFLECTIVE_LINES = 7731
REFLECTIVE_SAMPLES = 7591
THERMAL_LINES = 7731
THERMAL_SAMPLES = 7591
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B1.TIF
"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B2.TIF
"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B3.TIF
"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B4.TIF
"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B5.TIF
"
FILE_NAME_BAND_6 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B6.TIF
"
FILE_NAME_BAND_7 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B7.TIF
"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B8.TIF
"
```

```
FILE_NAME_BAND_9 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B9.TIF
"
FILE_NAME_BAND_10 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B10.TI
F"
FILE_NAME_BAND_11 =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_B11.TI
F"
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_BQA.TI
F"
ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_ANG.tx
t"
METADATA_FILE_NAME =
"LC08_L1TP_116066_20171029_20171109_01_T1_MTL.tx
t"
CPF_NAME = "LC08CPF_20171001_20171231_01.02"
BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20171029020046_20171029033939.01"
BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20171020000456_20171104134947.01"
RLUT_FILE_NAME =
"LC08RLUT_20150303_20431231_01_12.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 7.14
CLOUD_COVER_LAND = 7.88
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
TIRS_SSM_MODEL = "FINAL"
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"
TIRS_STRAY_LIGHT_CORRECTION_SOURCE = "TIRS"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 103.66458491
SUN_ELEVATION = 65.94026016
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9933094
SATURATION_BAND_1 = "N"
SATURATION_BAND_2 = "N"
```

```

SATURATION_BAND_3 = "N"
SATURATION_BAND_4 = "N"
SATURATION_BAND_5 = "N"
SATURATION_BAND_6 = "Y"
SATURATION_BAND_7 = "Y"
SATURATION_BAND_8 = "N"
SATURATION_BAND_9 = "N"
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 138
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.052
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 6.071
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.289
TRUNCATION_OLI = "UPPER"
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 770.33612
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -63.61461
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 788.83356
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -65.14214
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 726.90338
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -60.02792
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 612.96588
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -50.61892
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 375.10455
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -30.97626
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 93.28510
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.70351
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.44207
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.59650
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 693.70868
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -57.28669
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 146.59937
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.10622
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
  RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
  RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
  REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700

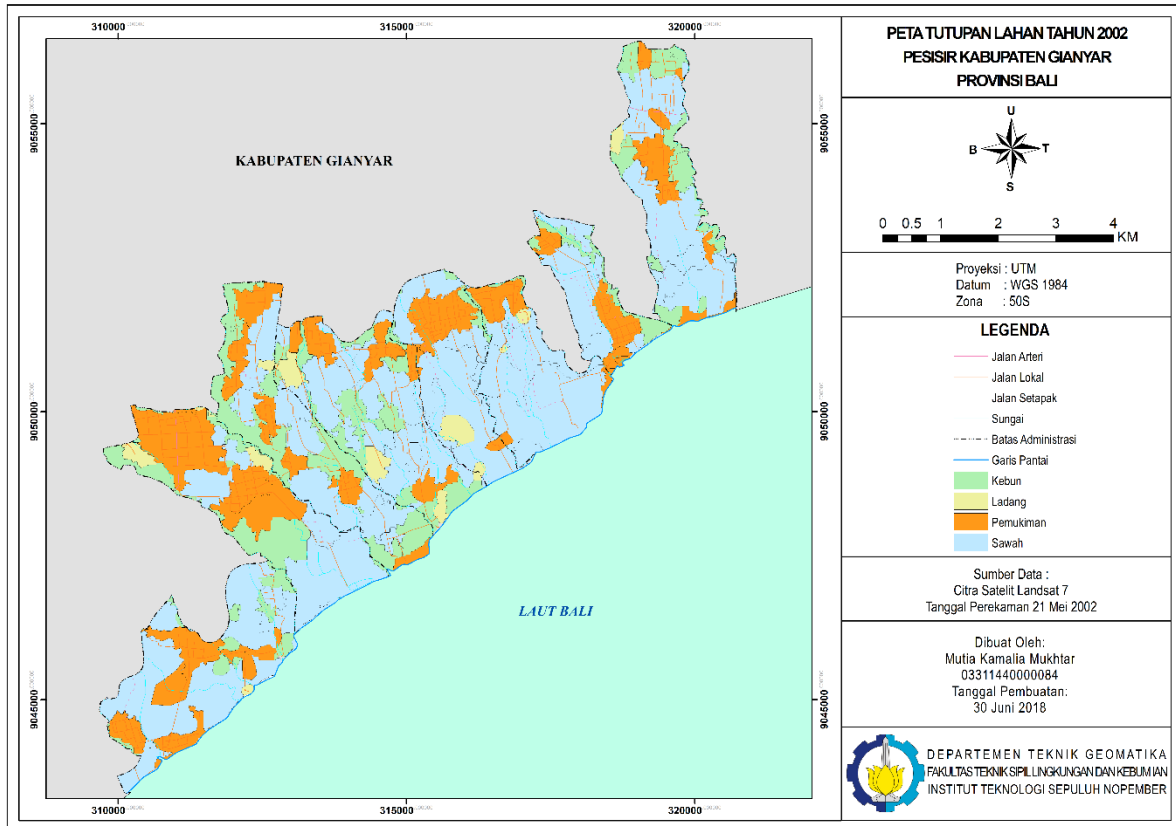
```

```
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
```

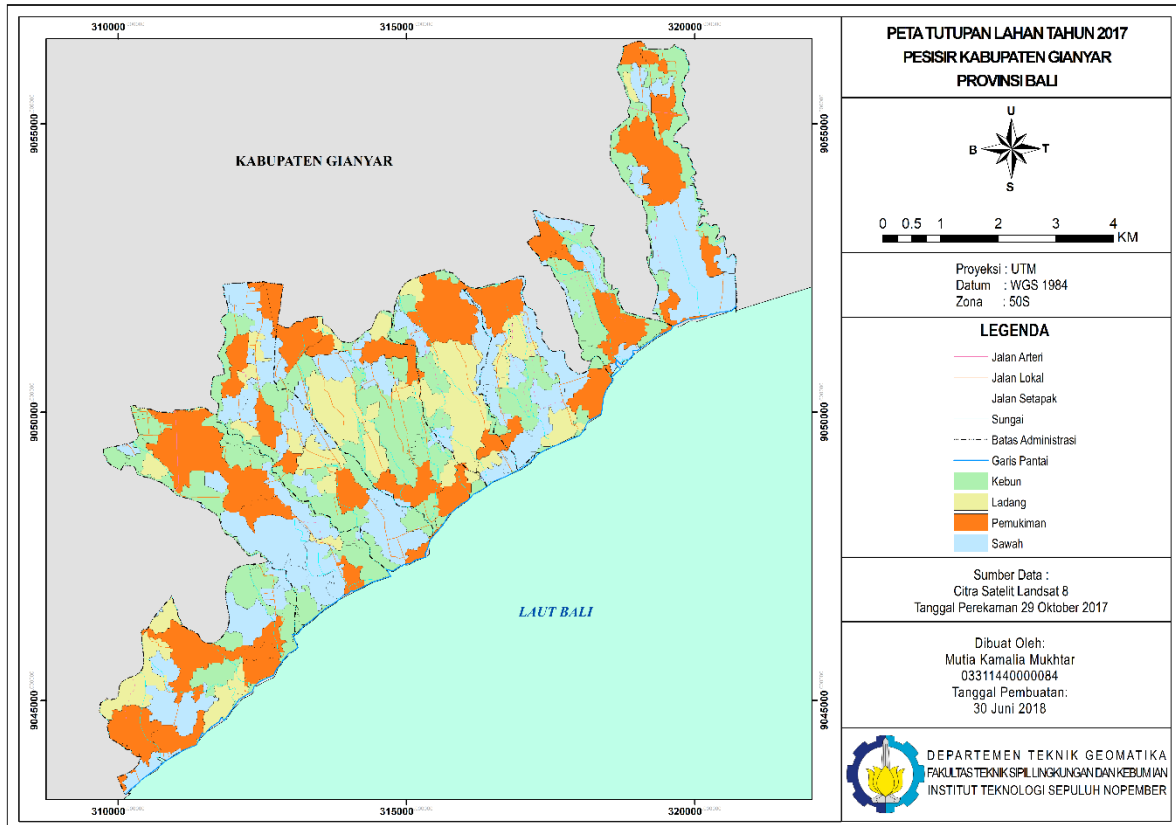
```
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2725E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.3031E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.2008E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0126E-02
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.1965E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5410E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.1940E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1460E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4217E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -63.62733
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -65.15517
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -60.03993
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -50.62905
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.98245
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.70505
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.59702
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -57.29815
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.10865
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
```

```
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
  K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
  K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
  K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
  K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
  MAP_PROJECTION = "UTM"
  DATUM = "WGS84"
  ELLIPSOID = "WGS84"
  UTM_ZONE = 50
  GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
  GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
  GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
  ORIENTATION = "NORTH UP"
  RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

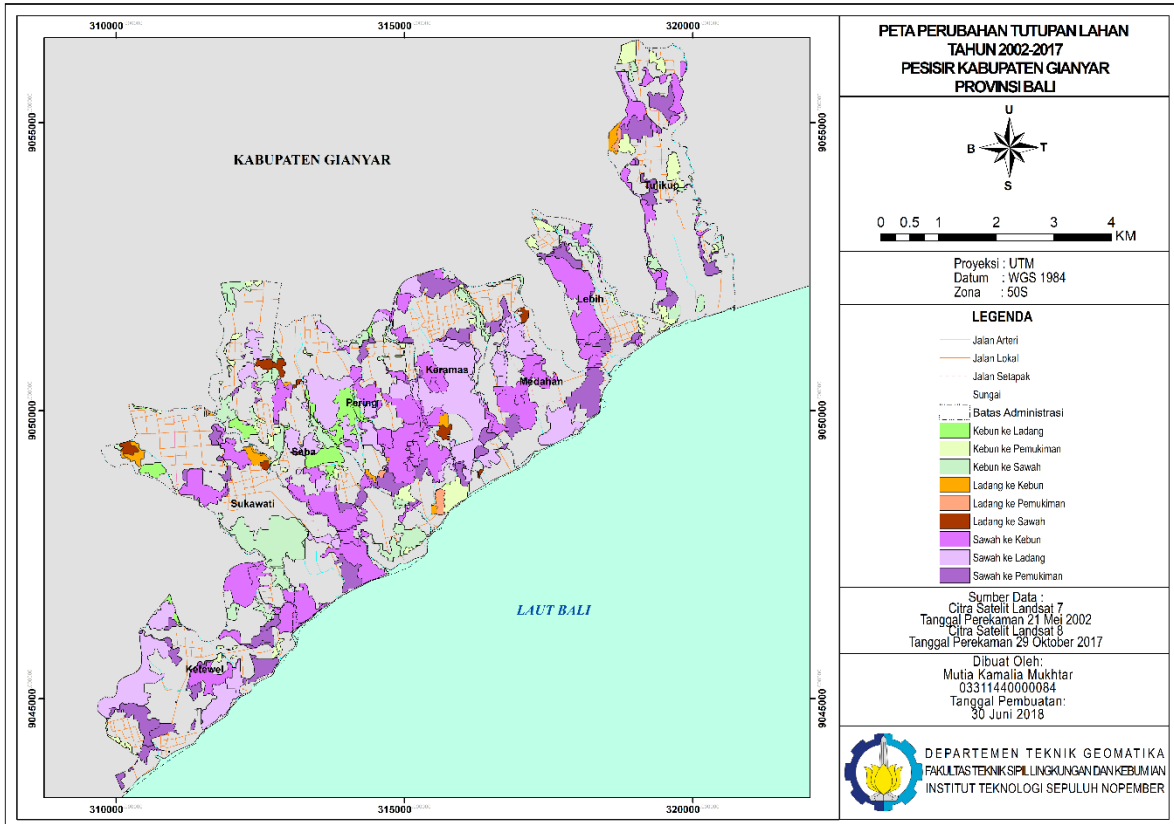

7. Peta Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2002



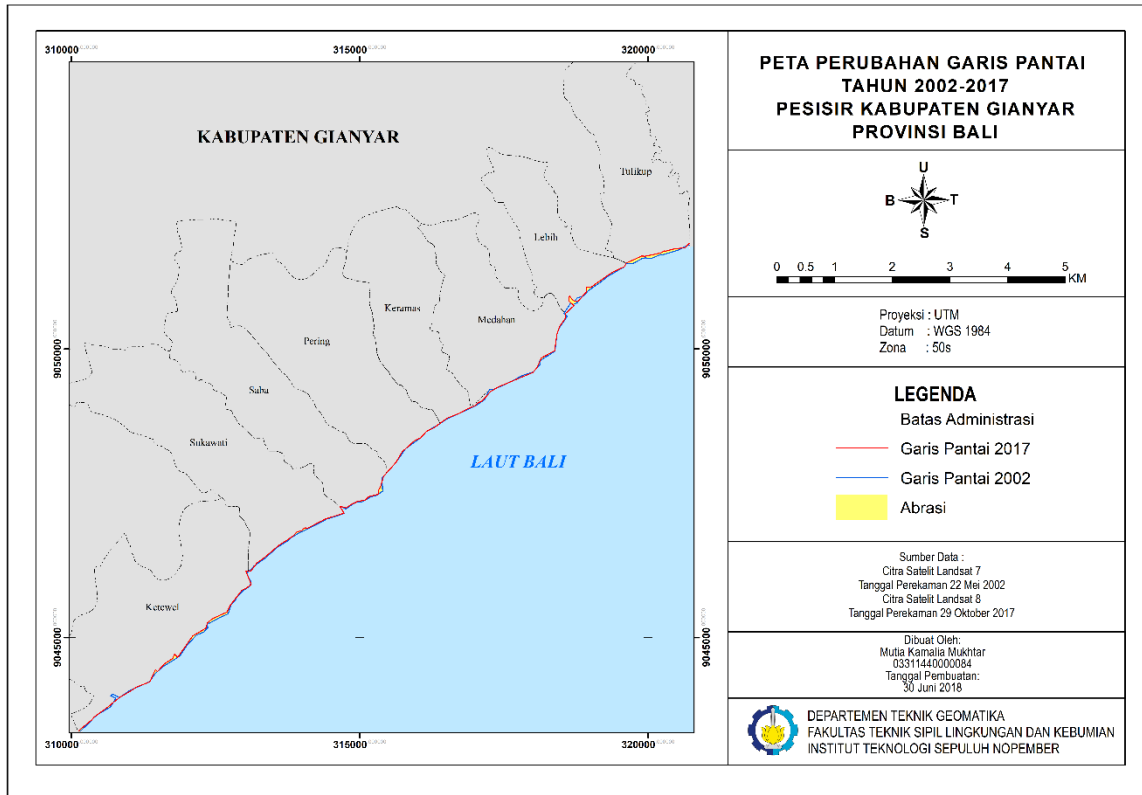
8. Peta Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2017





9. Peta Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002-2017



10. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2017



11. Dokumentasi Penelitian

			Pantai di Desa Ketewel
			Pantai di Desa Saba
			Pantai di Desa Tulikup

	<p>Pantai di Desa Sukawati</p>
	<p>Pantai di Desa Pering</p>
	<p>Pantai di Desa Keramas</p>

	<p>Pantai di Desa Lebih</p>
	<p>Pantai di Desa Medahan</p>
	<p>Proses Pengambilan Titik Sampel</p>

	<p>Proses Pengambilan Titik Sampel</p>
---	--

BIODATA PENULIS



Penulis, Mutia Kamalia Mukhtar, dilahirkan di Jakarta, 23 September 1997, merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Mukhtar Hafid dan Ibu Sumarmiyati. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Taruna Bangsa, SD Taruna Bangsa, SMPN 7 Bogor, SMAN 6 Bogor, dan lulus pada tahun 2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil jurusan Teknik Geomatika melalui jalur mandiri. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis cukup aktif di organisasi intra kampus yaitu sebagai Sekretaris I HIMAGE-ITS periode 2016-2017 serta Sekretaris II HIMAGE-ITS periode 2015-2016. Selain itu penulis juga aktif mengikuti keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD. Penulis pernah mengikuti kegiatan Kerja Praktek/ Magang di Badan Informasi Geospasial (BIG) selama satu bulan. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Penginderaan Jauh, dengan Judul Tugas Akhir “Evaluasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali)”. Kontak penulis adalah mutiakamalia@gmail.com.